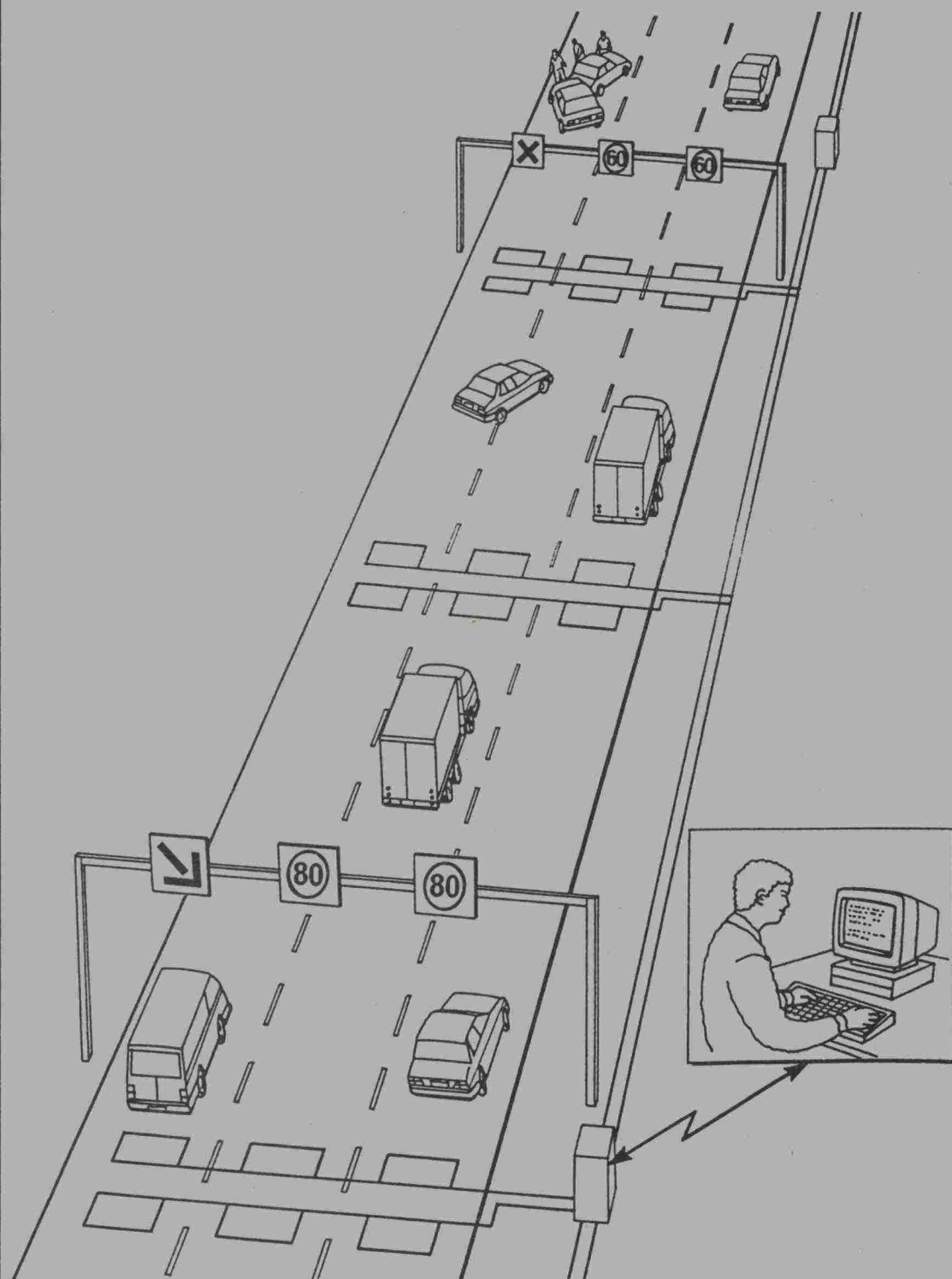


2008 0171



Tielaitos

**Muuttuva nopeusrajoitus valtatiellä 4  
(Lahden moottoritie) välillä  
Koskelantie - Kehä III  
Yleissuunnitelma**



Helsinki 1993

Tielaitos  
Uudenmaan tiepiiri

08 TIEH / UUD

**Muuttuva nopeusrajoitus valtatiellä 4  
(Lahden moottoritie) välillä  
Koskelantie - Kehä III  
Yleissuunnitelma**



**Tielaitos**  
Uudenmaan tiepiiri

Helsinki 1993

## Kesäkuu 1993



## Liikenteenohjauksen kehittäminen Lahdenväylällä

Moottoriteiden liikenteenohjaukselle asetettavat tavoitteet voidaan kiteyttää seuraavasti:

1. liikenneturvallisuuden parantaminen,
2. olemassa olevan väyläkapasiteetin käytön tehostaminen, viivytysten vähentäminen ja ympäristöhaittojen vähentäminen,
3. tien kunnossapito- ja korjaustöiden helpottaminen ja
4. poliisin ohjaus- ja valvontatehtävän helpottaminen.

Ohjausjärjestelmien toiminnan seuraamista ja edelleen kehittämistä varten tavoitteisiin voidaan vielä lisätä:

5. tiedon hankinta liikennevirran ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista.

Moottoriteliikenteen turvallisuuden parantaminen liikenteen ohjauksen avulla edellyttää

1. häiriötilanteista johtuvien onnettomuuksien määrän vähentämistä,
2. turvallisten nopeussuosituksen tai -rajoitusten käyttöä huonon sään/kelin aikana ja
3. liikennevirran tasoittamista ruuhkatilanteissa.

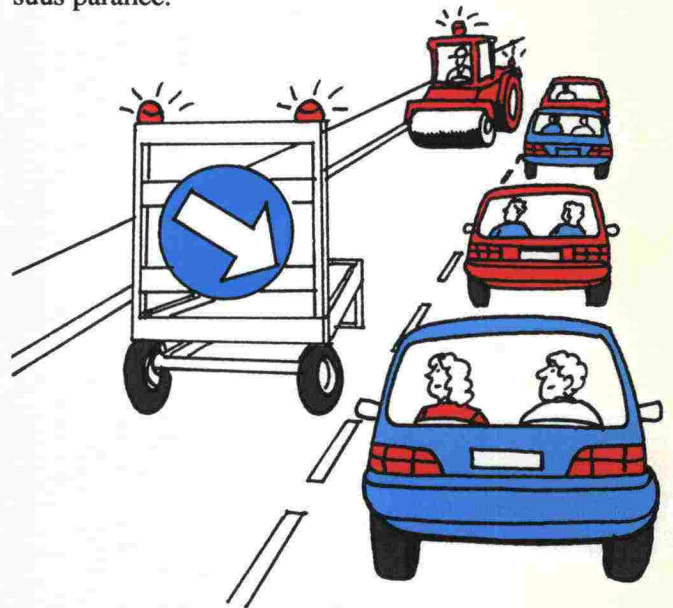
Kapasiteetin käyttöä voidaan liikenteen ohjauksen avulla nostaa seuraavilla menetelmillä:

1. shokkiaaltojen vaimennus ja liikennevirran pysähtymistodennäköisyyden alentaminen,
2. liikenteen ohjaaminen pehmeästi tilapäisissä pullonkauloissa, jotka aiheutuvat esimerkiksi tietöistä tai onnettomuuksista ja
3. ramppiliikenteen säännöstely tai liikenteen ohjaaminen vaihtoehtoisille reiteille ruuhkatilanteissa.



Olennaista kapasiteetin käyttöasteen nostamisessa on, että moottoriteiden liikennevirta voidaan pitää sujuvana, sillä kerran syntyneen ruuhkan purkautuminen tapahtuu yleensä selvästi tien välityskykyä alhaisemmalla liikennemäärätasolla. Sopivalla nopeusohjauksella liikenteen pysähtyminen voidaan estää ja tie saadaan jatkuvasti toimimaan lähes välityskykyä vastaavalla liikennemäärällä. Näin voidaan ruuhkia ja niiden haittavaikutuksia vähentää selvästi.

Kunnossapitotöiden hoitaminen vilkkaasti liikennöidyillä moottoriteillä vaatii yleensä kaistojen sulkemista, jolloin itse työn valmisteluun kuluu huomattava osa käytettävissä olevasta työajasta. Jos tätä toimintaa voidaan helpottaa, kunnossapito tehostuu. Samalla myös liikenneturvallisuus paranee.



Perinteinen moottoriteillä sovellettava automaattinen liikenteenohjaus on luonteeltaan dynaamista, kollektiivista ja ajoneuvon ulkopuolista. Dynaamisuudella ymmärretään liikennetilanteen mukaan vaihtuvaa ohjausta. Kollektiivisuus puolestaan tarkoittaa, että järjestelmä antaa kaikille tien käyttäjille saman informaation, vaikkei se välttämättä ole kaikille käyttökelpoista esimerkiksi määränpään erilaisuuden vuoksi. Ajoneuvon ulkopuolisuus puolestaan ilmaisee, että tiedot ja ohjeet tienkäyttäjille annetaan tiehen kuuluvilla liikennemerkeillä.

### Järjestelmävaihtoehdot

Tässä työssä kehitettiin kolme eri vaihtoehtoa muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän toteuttamiseksi.

Perusjärjestelmässä (ve A) liikennettä mitataan kullakin liittymävälillä yhdessä mittauspisteessä. Opastusta annetaan ajoradan viereen sijoitetuilla vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä.



**Parannetussa järjestelmässä (ve B)** Kehä I:n ja Porvoonväylän välisellä sekoittumisalueella mittauspisteitä on 500 metrin välein. Tällä alueella opastusta annetaan ajoradan yläpuolisilla muuttuvilla opasteilla, joilla nopeusrajoitusten lisäksi voidaan sulkea ajokaistoja. Muualla suunnittelualueella järjestelmä on perusjärjestelmän mukainen.

**Korkealaatuisessa järjestelmässä (ve C)** mittauspisteitä on 500 metrin välein. Opastusta annetaan **700 metrin** välein sijoitetuilla yläpuolisilla muuttuvilla opasteilla.

### Järjestelmävaihtoehtojen vaikutukset

Perusjärjestelmän toteuttamiskustannukset ovat pienimmät, mutta siinä ei saavuteta kaistakohtaisen ohjauksen hyötyjä. Toteuttamiskustannukset ovat arviolta seuraavat:

ve A



3.5 Mmk

ve B



5.5 Mmk

ve C



10.1 Mmk

Käyttö- ja kunnossapitokustannuksissa ei eri vaihtoehtojen välillä ole merkittäviä eroja.

Seuraavassa taulukossa on arvioitu eri vaihtoehtojen vaikutuksia edellä esitettyihin tavoitteisiin.

Tavoite	Ve A	Ve B	Ve C
Liikenneturvallisuuden parantaminen	+	++	+++
Ympäristöhaittojen vähentäminen	+	+	+
Olemassa olevan väyläkapasiteetin käytön tehostaminen	+	++	++
Viivytysten vähentäminen	+	+	++
Tien kunnossapitotöiden helpottaminen	o	++	+++
Poliisin ohjaus- ja valvontatöiden helpottaminen	o	o/+	+
Tiedon hankinta moottoritien liikenteen ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista	+	++	+++

- o = ei merkittävää vaikutusta  
 + = lievästi positiivinen vaikutus  
 ++ = positiivinen vaikutus  
 +++ = erittäin positiivinen vaikutus

## I toteuttamisvaiheen yleissuunnitelma

Vaihtoehto C:n (korkeatasoinen järjestelmä) arvioidaan parantavan turvallisuutta eniten, vähentävän viivytyksiä eniten, helpottavan kunnossapitotöitä eniten ja tarjoavan parhaat mahdollisuudet hankkia tietoa moottoritien liikenteen ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista. Siksi päädyttiin tarkentamaan vaihtoehto C:n mukaista järjestelmää.

### Järjestelmän kuvaus

Lahdenväylälle välille Koskelantie - Kehä III ja Porvoonväylän alkuun toteutetaan nopeus- ja kaistaohjausjärjestelmä, jonka avulla voidaan nopeusrajoitus vaihtaa liikenne- ja sää/kelitilanteen mukaan ja kaistoja sulkea esim. kunnossapitotöitä varten.

Liikennetilanteen havaitsemiseen käytetään induktiivitai vastaavia ilmaisimia noin 500 metrin välein kullakin kaistalla. Vallitsevaa liikennetilannetta seurataan tosiaikaisesti ja saatuja arvoja verrataan annettuihin raja-arvoihin. Liikennetiheyden (ajon/km), keskinopeuden (km/h) tai muun annetun kriteerin saavuttaessa laskennallisen raja-arvon järjestelmä kytkeytyy toimintaan.

Ohjaus- ja valvontalaitteisto seuraa järjestelmän toimintaa. Tarvittaessa voidaan myös puuttua ohjaukseen, mutta normaalitilanteessa järjestelmä toimii täysin automaattisesti. Päätyöasema sijoitetaan myöhemmin määritettävään paikkaan, esim. tiepiiriin tiloihin Pasilaan tai tiemestaripiiriin tiloihin. Lisäksi voidaan toiminnan seuranta varten sijoittaa sivutyöasema tilaan, joka on suuren osan vuorokaudesta miehitetty. Järjestelmän valvonta voidaan toteuttaa myös siten, että vian sattuessa järjestelmä automaattisesti soittaa hälytyssoiton esim. päivystäjälle.

Opastus toteutetaan käyttämällä ajoradan yläpuolella (portaalissa) olevia muuttuvia opasteita, joilla voidaan näyttää eri nopeusrajoituksia sekä kaistan sulkemista osoittavaa punaista vinoristiä ja kaistan vaihtoon kehoittavaa valkoista vinonuolta. Portaalit sijoitetaan noin 700 metrin välein.





## Järjestelmän vaikutukset

Liikenneonnettomuuksien arvellaan järjestelmän avulla vähenevän 15...30 %, eli noin 9...19 onnettomuutta vuodessa. **Onnettomuuskustannussäästöt** ovat tällöin vuoden 1992 onnettomuuksien yksikkökustannusten mukaan **2.9...5.7 Mmk vuodessa**.

Järjestelmän avulla voidaan parantaa tien kapasiteetin käyttösuhdetta. Vastaavien järjestelmien vaikutustutkimuksissa on **aikasäästöjen** todettu olevan samaa suuruusluokkaa kuin onnettomuussäästöjen, mikä tässä tapauksessa olisi siis **2.9...5.7 Mmk vuodessa**.

Kunnossapitotyöt helpottuvat, kun kaistojen sulkeminen käy helposti.

Autoilijat suhtautunevat myönteisesti järjestelmään.

Merkittävänä hyötynä voidaan pitää sitä, että saadaan kokemusta korkeatasoisen väylän liikenteenhallintajär-

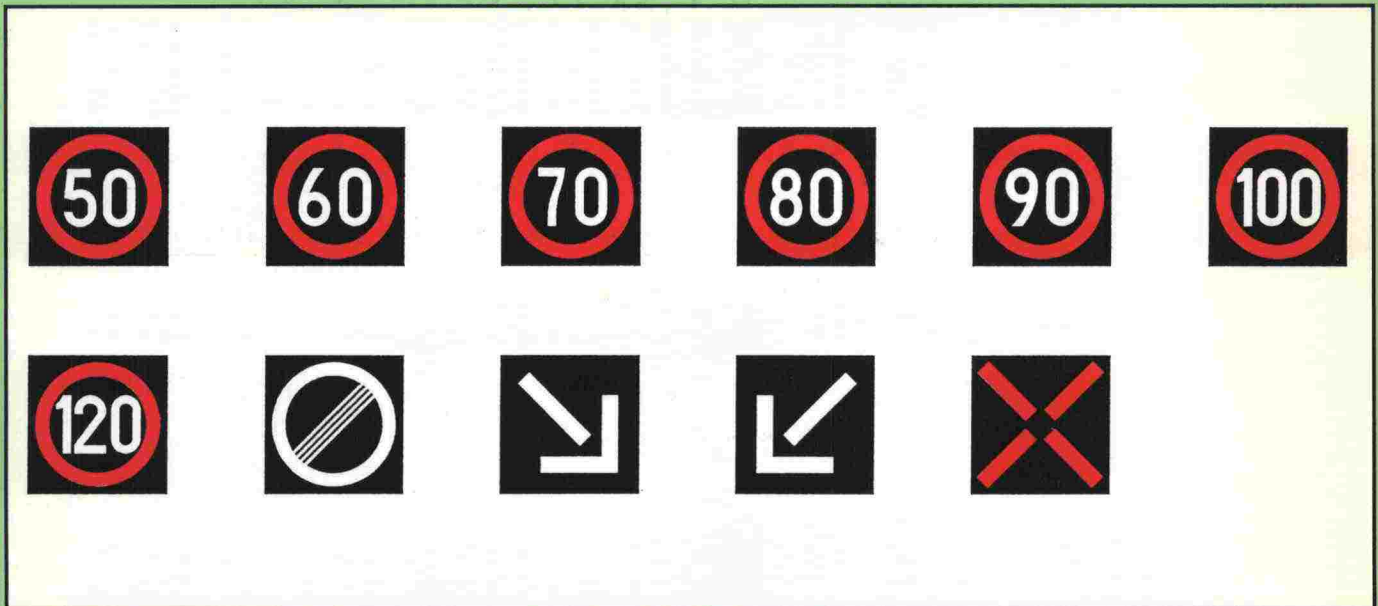
jestelmän käytöstä. Käyttökokemuksia on syytä hankkia ennen kuin vastaava järjestelmä on otettava käyttöön todella vaativassa kohteessa.

## Kustannukset

Järjestelmän toteuttamiskustannukset ovat arviolta **10,1 Mmk**.

Järjestelmää varten ei tarvita päätoimista käyttöhenkilökuntaa. Sisäänajovaiheessa (1...2 vuotta) on kuitenkin tarpeellista, että joku seuraa ja kehittää järjestelmän teknistä ja liikenteellistä toimintaa. Perushuolto- ja käyttötoiminta on hoidettavissa tiepiirin oman henkilökunnan voimin tai ostettavissa ulkopuoliselta yritykseltä. Käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat arviolta ensimmäisen kahden vuoden aikana noin 400.000 mk vuodessa ja sen jälkeen 200.000...300.000 markkaa vuodessa.

Hanke on erittäin kannattava ja investoinnin takaisinmaksuaika on 1...2 vuotta.



## Muuttuvilla opasteilla annettavat ohjaukset



Lahdenväylän muuttuvan nopeusrajoituksen yleissuunnitelma on tehty Uudenmaan tiepiirin ja Viatekin yhteistyönä. Lisätietoja tarvittaessa antavat DI Ilpo Muurinen, puh. 1487 3627, DI Teuvo Puttonen, puh. 1487 3465 ja ins. Esko Ypyä, puh. 1487 3606.



## Sisällysluettelo

### Tiivistelmä

1 Johdanto	5
2 Moottoriteiden liikenteenohjauksen tavoitteet ja menetelmät	6
2.1 Moottoritieohjauksen tavoitteet	6
2.11 Yleistä	6
2.12 Liikenneturvallisuuden parantaminen	6
2.13 Kapasiteetin käytön tehostaminen	7
2.14 Kunnossapito- ja korjaustöiden helpottaminen	8
2.15 Liikennevalvonnan helpottaminen	9
2.16 Tiedonkeräys	9
2.2 Moottoritieohjauksen menetelmät	10
2.21 Yleistä	10
2.22 Kaista- ja nopeusohjaus	11
2.23 Reittiohjaus	13
2.24 Ramppiliikenteen säännöstely	14
2.25 Korridoriohjaus	15
2.26 Tiedotus- ja varoitusjärjestelmä	15
2.3 Ohjaukseen liittyvät tiedonkeräysjärjestelmät	16
2.31 Yleistä	16
2.32 Liikennevirran ominaisuuksien mittaaminen	17
2.33 Poikkeustilanteiden havaitseminen	17
2.34 Sään ja kelin mittaaminen	18
2.4 Ohjauksen vaikutukset liikenteeseen	18
3 Lahdenväylän liikennetilanne ja parantamissuunnitelmat	21
3.1 Liikennemäärät	21
3.2 Nopeudet	22
3.3 Liikennehäiriöt	25
3.4 Liikenneturvallisuus	25
3.5 Parantamissuunnitelmat	28
4 Liikenteenohjauksen kehittäminen Lahdenväylällä	29
4.1 Ohjauksen tavoitteet	29
4.2 Ohjausjärjestelmän laitteistorakenne ja toiminta	29
4.3 Järjestelmävaihtoehdot	33
4.4 Järjestelmävaihtoehtojen vaikutukset	37
5 I toteuttamisvaiheen yleissuunnitelma	38
5.1 Järjestelmän kuvaus	38
5.2 Järjestelmän vaikutukset	38
5.3 Kustannukset	39
6 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi	39

### LIITTEET

1. Onnettomuudet vuosina 1987-1991
2. Yleissuunnitelmakartta

## 1 Johdanto

Liikenteen ongelmia on perinteisesti pyritty ratkaisemaan lisärakentamisella. Rahoituskehyksen kiristyessä ja arvojen muuttuessa on pyrittävä saamaan entistä enemmän irti jo rakennetusta tieverkosta. Tällöin on tarpeen ottaa käyttöön kehittyneitä liikenteenohjauksen välineitä.

Lahdenväylällä Kehä I:n ja Porvoonväylän välillä on sekoittumisalue, jossa vilkkaan liikenteen aikana ja huonoissa ajo-olosuhteissa esiintyy häiriöitä liikennevirrassa sekä liikenneonnettomuuksia. Alhainen nopeusrajoitus olisi tällöin tarpeen. Toisaalta tien geometria mahdollistaa hiljaisen liikenteen aikana korkean nopeusrajoituksen.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää moottoritien liikenteenohjausjärjestelmän kehittämismahdollisuuksia ja -vaihtoehtoja Lahdenväylällä Koskelantien ja Kehä III:n välillä. Tarkastelun lähtökohtana on muuttuva nopeusrajoitus, mutta sitä tarkastellaan osana kokonaisvaltaista liikenteenhallintajärjestelmää.

Yleissuunnitelmatasoinen selvitys on tehty Uudenmaan tiepiirin toimeksiantosta. Työryhmään ovat kuuluneet

Ilpo Muurinen	Uudenmaan tiepiiri
Teuvo Puttonen	Uudenmaan tiepiiri
Esko Ypyä	Uudenmaan tiepiiri
Tomi Ristola	Viatek Tapiola Oy.



## 2 Moottoriteiden liikenteenohjauksen tavoitteet ja menetelmät

### 2.1 Moottoritieohjauksen tavoitteet

#### 2.11 Yleistä

Moottoriteiden ja pääliikennekäytävien liikenteen ohjauksen tavoitteet ovat yleisellä tasolla samat kuin yleensä liikenteen ohjauksen eli liikenneturvallisuuden parantaminen, väylien käytön tehokkuuden lisääminen ja liikenteen ympäristöhaittojen vähentäminen. Tehokkuuden lisääminen merkitsee yleistä yhteiskunnan voimavarojen säästöä ja voi siten vaikuttaa paitsi liikenteen kustannuksiin tarkastellulla väylällä myös esimerkiksi tarvittavien uusinvestointien määrään.

Liikenteen ohjaus voidaan kaupunkiseuduilla nähdä yhtenä osana kokonaisvaltaista liikenteen hoitojärjestelmää (traffic management, transportation system management). Tällöin ohjaus sisältää, paitsi suoranaisesti liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen liittyviä toimenpiteitä, myös toimenpiteitä, joilla pyritään vaikuttamaan esimerkiksi kulkutavan valintaan ja reitinvalintaan sekä pysäköintiin. Ohjausjärjestelmää ei siten voi suunnitella irrallisena, vaan se on sovitettava seudulliseen liikennejärjestelmään ja seudullisen liikennepolitiikan tavoitteisiin.

Moottoriteiden liikenteenohjaukselle asetettavat tavoitteet voidaan kiteyttää seuraavasti:

1. liikenneturvallisuuden parantaminen,
2. olemassa olevan väyläkapasiteetin käytön tehostaminen ja ympäristöhaittojen vähentäminen,
3. tien kunnossapito- ja korjaustöiden helpottaminen ja
4. poliisin ohjaus- ja valvontatehtävän helpottaminen.

Ohjausjärjestelmien toiminnan seuraamista ja edelleenkehittämistä varten tavoitteisiin voidaan vielä lisätä:

5. tiedon hankinta liikennevirran ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista.

Näiden lisäksi tulevat mahdolliset paikalliset tavoitteet.

#### 2.12 Liikenneturvallisuuden parantaminen

Moottoriteliikenteen turvallisuuden parantaminen liikenteen ohjauksen avulla edellyttää

1. häiriötilanteista johtuvien onnettomuuksien määrän vähentämistä,
2. turvallisten nopeussuositusten tai -rajoitusten käyttöä huonon sään/kelin aikana ja
3. liikennevirran tasoittamista ruuhkatilanteissa.

Liikenneturvallisuus moottoriteillä on yleensä selvästi parempi kuin tavallisilla maanteillä, kun mittarina on linjaonnettomuuksien onnettomuusaste (onnettomuuksien määrä ajokilometriä kohti). Hyvä turvallisuus johtuu korkealuokkaisesta tieympäristöstä, vastakkaisten ajosuuntien ja kevyen liikenteen erottelusta, liittymäkontrollista ja homogeenisesta liikennevirrasta.

Moottoriteiden liikennemäärät ovat kuitenkin suuria, joten tiellä tapahtuvien onnettomuuksien määrä voi olla huomattavan suuri. Onnettomuuksien lisäksi liikenteessä on myös muita häiriöitä, kuten ajoneuvorikkoja yms. varsin runsaasti. Esimerkiksi Saksan liittotasavallan moottoriteillä on arvioitu tapahtuvan noin 25 hätätilanteeseen liittyvää pysähdystä miljoonaa ajoneuvokilometriä kohti (yksi hätäpysähdys 12 minuutissa 100 tiekilometriä kohti liikennemäärällä 2000 ajon/h). Näistä joka viides liittyy onnettomuustapaukseen.

Tiheässä moottoriteliikenteessä häiriötilanteet muodostavat aina turvallisuusriskin. Hyvin usein onnettomuustilanteeseen liittyy myös ns. toissijaisia onnettomuuksia, kuten peräänajoja liikenteen äkillisesti pysähtyessä. Saksan liittotasavallassa toissijaisten onnettomuuksien osuudeksi on moottoriteillä arvioitu 20-50 % kaikista onnettomuuksista.

Sää ja keli muodostavat oman uhkansa moottoriteiden käyttäjille. Liukkaus tai huono näkyvyys voi tiheässä liikenteessä johtaa kymmenien autojen ketjukolareihin, kun ajonopeuksia ei sopeuteta vallitseviin olosuhteisiin. Esimerkiksi Hollannissa on huonolla säällä todettu onnettomuusmäärän olevan noin kolminkertainen hyvään säähän verrattuna. Erityisen vaaralliseksi on saksalaisten tutkimusten mukaan osoittautunut yöliikenne sadesäällä (kuva 1). Meillä nastarenkaiden aiheuttamat kulumisurat vielä lisäävät erityisesti märkien keliön vaarallisuutta.

Tiheässä liikennevirrassa nopeuksien hajonta aiheuttaa huomattavaa ohitus-tarvetta ja lisää äkillisten nopeusmuutosten määrää. Epähomogeeninen liikennevirta on myös herkempi ruuhkautumaan kuin tasaisella nopeudella etenevä ajoneuvojono. Ruuhkautumisesta johtuva pysähtely puolestaan lisää peräänajovaaraa.

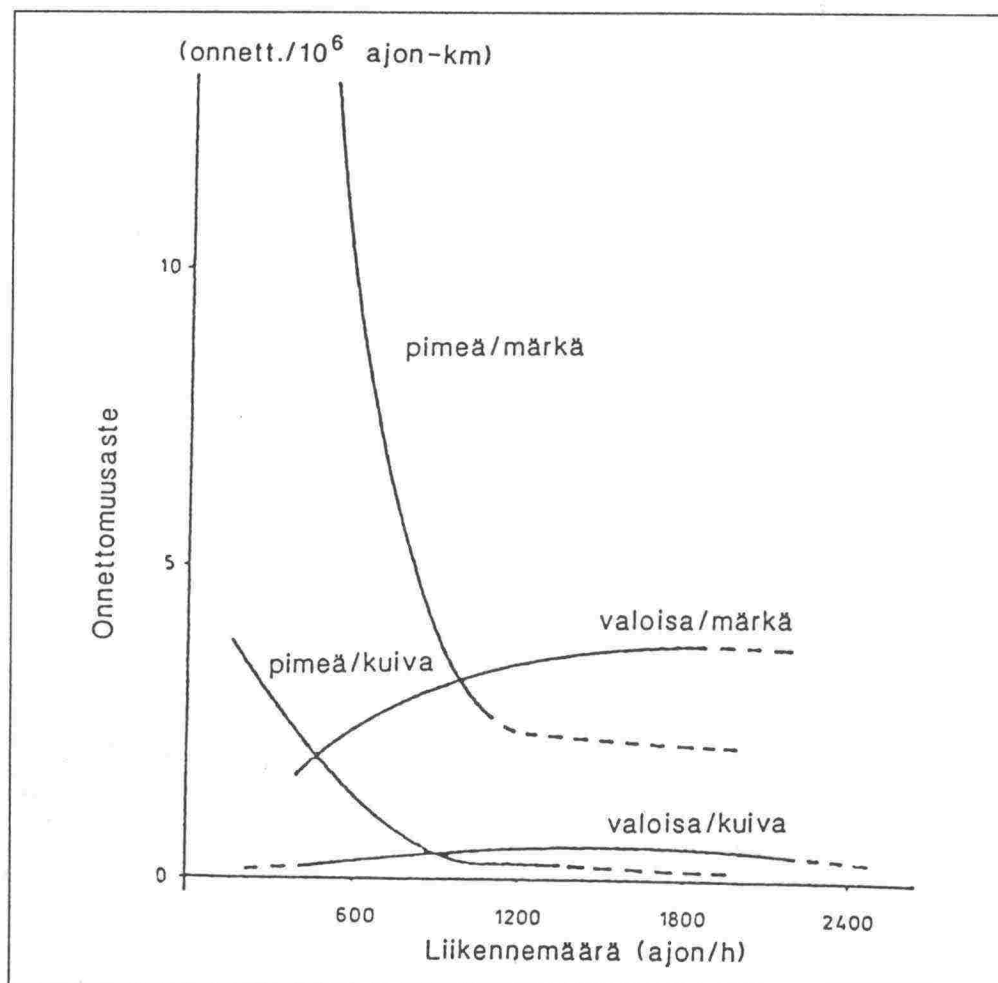
### 2.13 Kapasiteetin käytön tehostaminen

Kapasiteetin käyttöastetta voidaan liikenteen ohjauksen avulla nostaa seuraavilla menetelmillä:

1. shokkiaaltojen vaimennus ja liikennevirran pysähtymistodennäköisyyden alentaminen,
2. liikenteen ohjaaminen pehmeästi tilapäisissä pullonkauloissa, jotka aiheutuvat esimerkiksi tietöistä tai onnettomuuksista ja
3. ramppiliikenteen säännöstely tai liikenteen ohjaaminen vaihtoehtoisille reiteille ruuhkatilanteissa.

Olennaista kapasiteetin käyttöasteen nostamisessa on, että moottoritien liikennevirta voidaan pitää sujuvana, sillä kerran syntyneen ruuhkan purkautuminen tapahtuu yleensä selvästi tien välityskykyä alhaisemmalla liikennemäärätasolla. Jos liikenteen pysähtyminen voidaan estää ja tie saadaan jatkuvasti toimimaan lähes välityskykyä vastaavalla liikennemäärällä, voidaan ruuhkia ja niiden haittavaikutuksia vähentää selvästi.





Kuva 1. Sään ja kelin vaikutus moottoriteiden onnettomuusasteeseen Saksan liittotasavallassa.

Liikennevirran ruuhkautumisherkkyyttä voidaan alentaa tasoittamalla virran nopeusvaihteluja sopivalla nopeusohjauksella ja pitämällä tien liikennemäärä niin alhaisena, että riittävä varmuus ruuhkautumista vastaan voidaan saavuttaa. Jälkimmäinen tavoite edellyttää yleensä joko ramppiliikenteen säännöstelyä tai liikenteen ohjaamista vaihtoehtoisille reiteille.

Sujuva liikenne vähentää samalla myös ympäristöhaittoja, joskin ramppiliikenteen säännöstely ja vaihtoehtoisille reiteille ohjaaminen samalla siirtävät haittavaikutuksia uusille alueille.

#### 2.14 Kunnossapito- ja korjaustöiden helpottaminen

Automaattinen liikenteenohjaus helpottaa kunnossapitotöiden suorittamista, koska

1. korjaustöiden aikataulut voidaan sovittaa paremmin liikennetilanteeseen ja
2. kaistojen sulkeminen helpottuu.

Kunnossapitotöiden hoitaminen vilkkaasti liikennöidyillä moottoriteillä vaatii yleensä kastojen sulkemista, jolloin itse työn valmisteluun kuluu huomattava osa käytettävissä olevasta työajasta. Jos tätä toimintaa voidaan helpottaa, kunnossapito tehostuu. Samalla myös liikenneturvallisuus paranee.

### 2.15 Liikennevalvonnan helpottaminen

Automaattinen ohjaus voi helpottaa ja tehostaa poliisin työtä tarjoamalla käyttöön

1. liikenteen valvontalaitteita,
2. kaistojen varausmahdollisuuden hälytysajoneuvoille onnettomuustapauksissa,
3. nopeuksien alentamis- ja tiedotusjärjestelmän erilaisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa ja
4. mahdollisuuden sulkea väylä ja/tai opastaa liikenne vaihtoehtoisille reiteille ruuhka- ja onnettomuustapauksissa.

Ohjausjärjestelmän tarjoama ajantasainen tieto liikenteestä voi erityisesti nopeuttaa onnettomuustilanteiden havaitsemista ja auttaa niiden seurauksena syntyvien haittojen torjumista.

### 2.16 Tiedonkeräys

Liikennevirtaa koskevalla tiedonkeräyksellä on välittömästi ohjausprosessiin liittyvän hyväksikäytön ohella kaksi päätarkoitusta:

1. ohjausjärjestelmän vaikutusten tutkiminen ja sitä kautta järjestelmän parantaminen ja
2. yleisen liikenteen käyttäytymistä ja liikennevirtaa koskevan tiedon kerääminen.

Automaattisen ohjausjärjestelmän käyttöönottoon liittyy monia liikenteen käyttäytymiseen ja reaktioihin liittyviä kysymyksiä, joihin vastaus voidaan saada vain liikennevirtaa tutkimalla. Järjestelmän käytön ehdottomana edellytyksenä on, että käyttävät kokevat sen luotettavaksi ja annetut ohjeet noudattamisen arvoisiksi. Sen vuoksi liikenteen reaktiot on tarkoin tunnettava ja niitä on myös seurattava niin, että järjestelmää voidaan jatkuvasti kehittää ja sen toimintaa parantaa.

Automaattinen ohjausjärjestelmä tarjoaa yleensä monipuoliset liikenteen mitaus- ja seurantamahdollisuudet, jolloin tietoa voidaan kerätä ja analysoida myös muita kuin välittömästi ohjausjärjestelmään liittyviä tarkoituksia (perustutkimusta) varten.



## 2.2 Moottoriteohjauksen menetelmät

### 2.21 Yleistä

Perinteinen moottoriteillä sovellettava automaattinen liikenteenohjaus on luonteeltaan dynaamista, kollektiivista ja ajoneuvon ulkopuolista. Dynaamisuudella ymmärretään liikennetilanteen mukaan vaihtuvia ohjeita. Kollektiivisuus puolestaan tarkoittaa, että järjestelmä antaa kaikille tien käyttäjille saman informaation, vaikkei se välttämättä ole kaikille käyttökelpoista esimerkiksi määränpään erilaisuuden vuoksi. Ajoneuvon ulkopuolisuus puolestaan ilmaisee, että tiedot ja ohjeet tienkäyttäjille annetaan tiehen kuuluvilla liikenne-merkeillä.

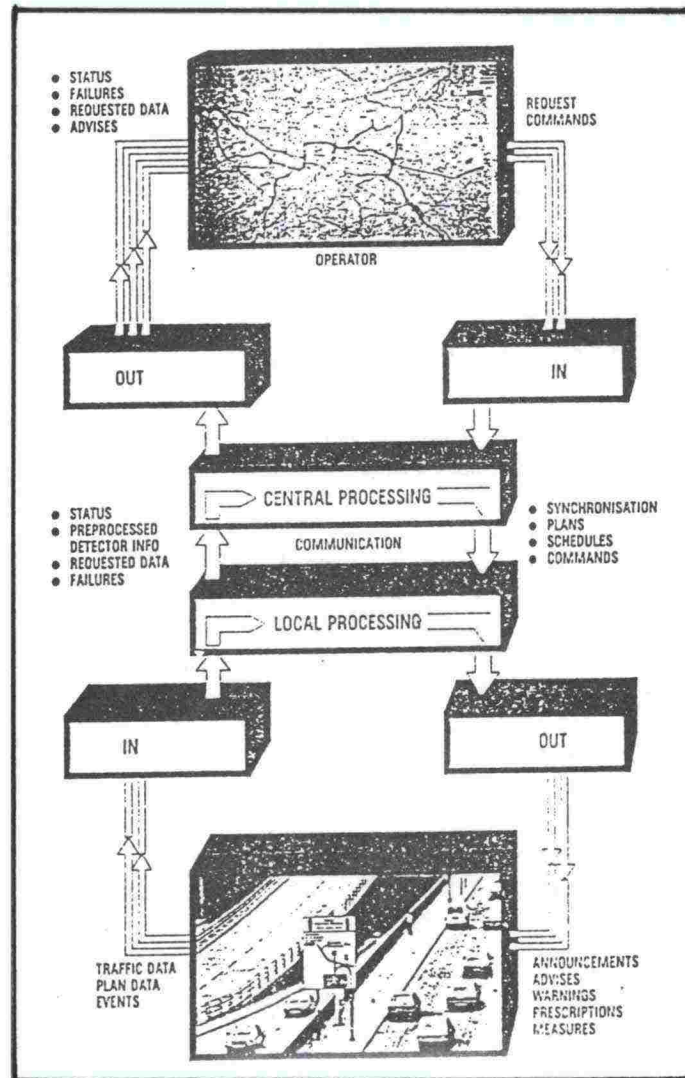
Uusi tekniikka on tuonut jo kokeiluasteelle myös dynaamista, yksilöllistä, ajoneuvon sisäistä ohjaustekniikkaa, jossa kukin kuljettaja saa juuri omaan matkaansa ja reittiinsä liittyvää informaatiota omassa ajoneuvossaan olevien laitteiden avulla. Tällaisen tekniikan edut ilmenevät erityisesti kaupunkiliikenteessä, jossa yleensä on käytettävissä runsaasti vaihtoehtoisia reittejä. Tällä alueella on parhaillaan käynnissä vilkasta kehitystoimintaa, jonka tulokset voivat vaikuttaa liikenteen ohjaukseen huomattavastikin 10-20 vuoden kuluessa.

Yksilöllinen ohjaus perustuu nykykäsityksen mukaan kaupalliselle pohjalle. Toisin sanoen edellytetään, että kuljettajat omalla kustannuksellaan hankkivat ajoneuvoihinsa tarvittavat ohjauslaitteet. Siten ei voida olettaa, että kaikissa ajoneuvoissa heti on tällainen laitteisto. Yksilöllinen ohjaus ei siis ainakaan aluksi tee tavanomaista automaattista ohjausta tarpeettomaksi. Perinteisen ohjauksen edellyttämiä mittauslaitteistoja ja niihin liittyviä tiedonsiirtoyhteyksiä voitaneen myös hyödyntää yksilöllisissä järjestelmissä. Siten kehitteillä oleva uusi tekniikka ei välttämättä korvaa perinteistä eikä välttämättä tee siihen sijoitettuja varoja virheinvestoinniksi.

Nykyaikainen ohjaus on luonteeltaan hajautettua ja hierarkista siinä mielessä, että mahdollisimman suuri osa järjestelmien päätöksenteosta ja tiedonkäsittelystä tapahtuu välittömästi mittauskohteissa. Ohjauskeskuksen keskuslaitteisto saa paikallisilta ohjauskojeilta tiivistettyä tietoa liikennetilanteesta ja tekee sen perusteella koko järjestelmää koskevia strategisia ratkaisuja. Hajautuksesta huolimatta on yleensä kuitenkin kyseessä keskusohjaus. Hajautuksen on tehnyt mahdolliseksi tietotekniikan kehitys ja sen etuja ovat mm. suurempi toimintavarmuus, vähäisempi tiedonsiirtotarve ja modulaarisuus, joka helpottaa vaihteittain rakentamista. Kuvassa 2 on esimerkki nykyaikaisen ohjausjärjestelmän rakenteesta.

Keskusohjauksen sijasta erillinen paikallinen ohjaus tulee moottoriteillä kyseeseen lähinnä järjestelmien vaihteittaisessa rakentamisessa tai erityiskohteissa, kuten sää- ja kelivaroituksissa tai ramppiohjauksessa, jotka selkeästi rajoittuvat tiettyyn tienkohtaan.

Seuraavassa käsitellään lähinnä edellä perinteisiksi todettuja kollektiivisen automaattiohjauksen muotoja. Niissä voidaan ohjauksen ensisijaisen tarkoituksen perusteella erottaa seuraavia komponentteja:



Kuva 2. Nykyaikaisen ohjausjärjestelmän rakenne ja toimintaperiaate.

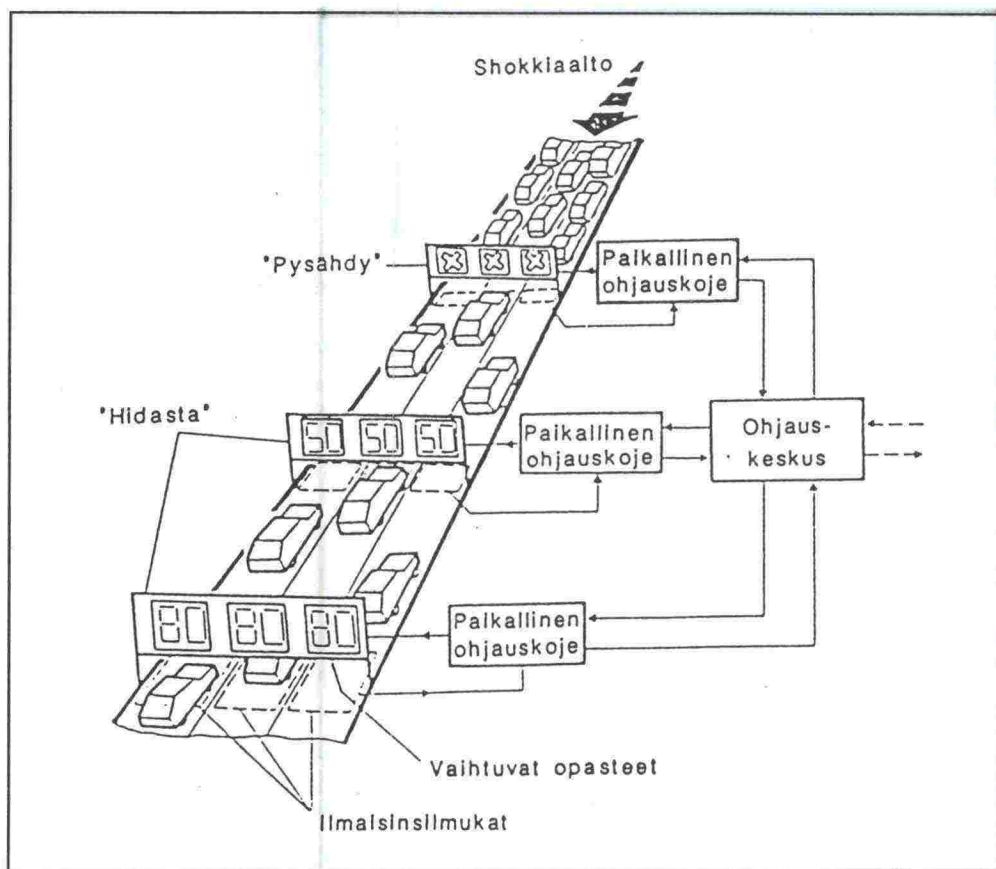
1. kaista- ja nopeusohjaus,
2. reittiohjaus,
3. rampiliikenteen säännöstely ja
4. tiedotus- ja varoitusjärjestelmä

Jos ohjausjärjestelmässä on useita edellä kuvattuja komponentteja ja se koskee liikennekäytävää kokonaisuudessaan, puhutaan ns. korridoriohjauksesta.

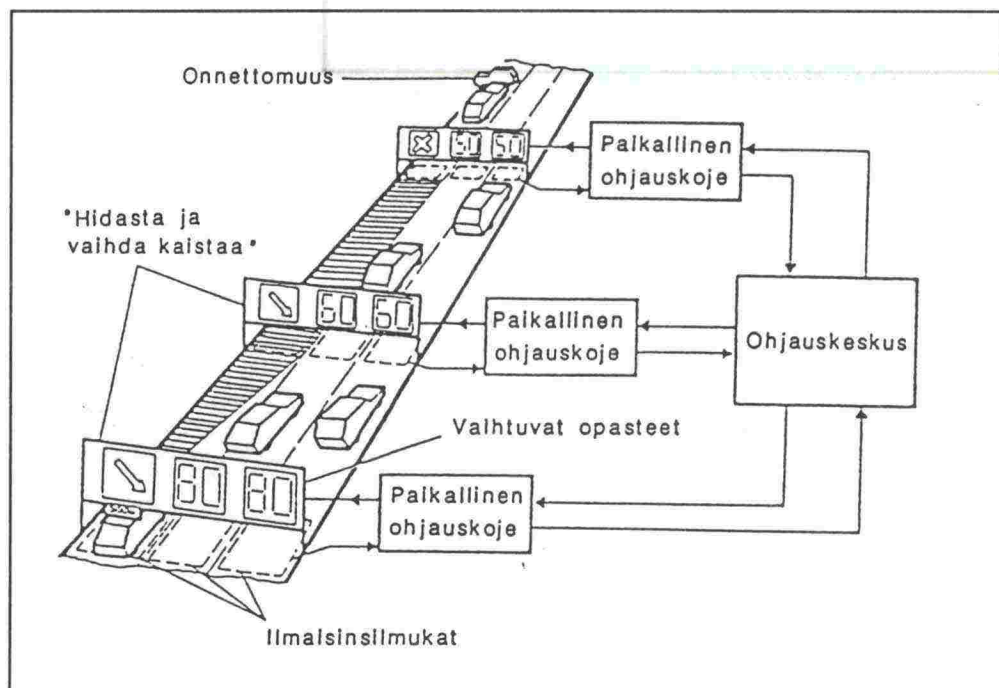
## 2.22 Kaista- ja nopeusohjaus

Kaistaohjauksella tarkoitetaan moottoritien kunkin kaistan liikenteen ohjausta omilla opasteillaan. Yleisimmät opasteet antavat ohjeita kaistan käytöstä (kaistanvaihtosuositus, kaistan sulkeminen, kaistakohtainen nopeusrajoitus).





Kuva 3. Nopeusohjauksen käyttö ruuhkatilanteessa.



Kuva 4. Yhdistetty kaista- ja nopeusohjaus onnettomuustilanteessa.

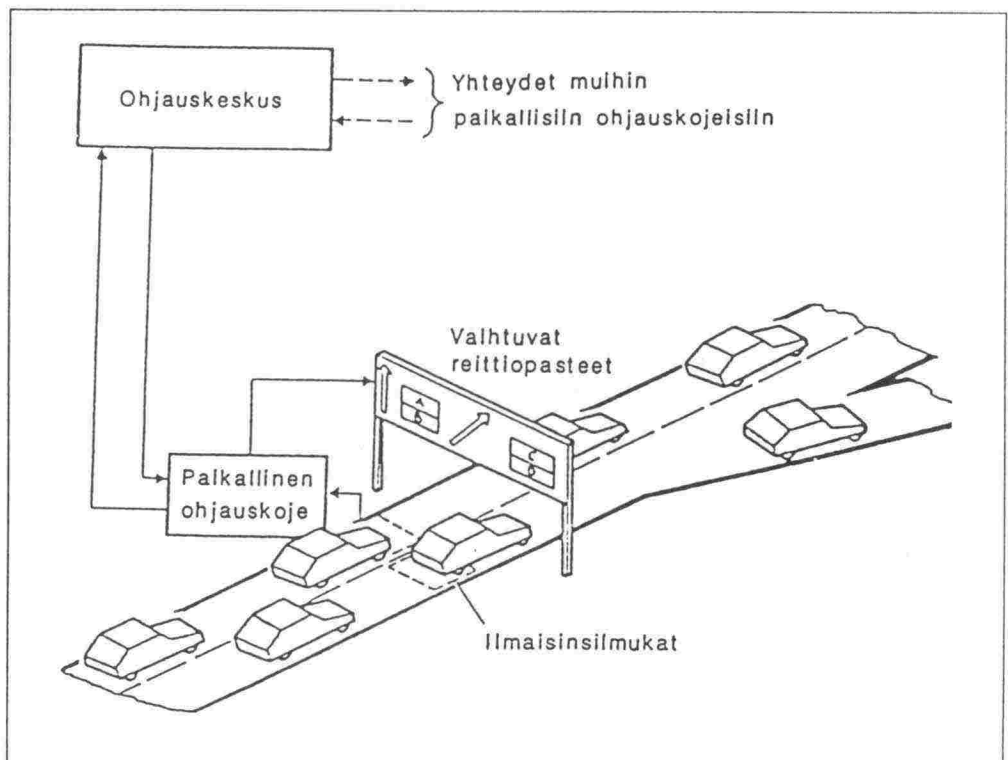
Nopeusohjauksella tarkoitetaan vaihtuvien nopeusrajoitusten (tai-suositusten) avulla tapahtuvaa moottoritien liikenteen nopeuksien säätelyä vallitsevien olosuhteiden mukaan. Nopeusohjaus voi olla kaistakohtaista tai koko tietä koskeaa. Yksi tärkeimmistä nopeusohjauksen käyttötavoista on nopeuksien alentaminen ruuhkaa lähestyttäessä siten, että saapuminen ruuhkajonoon tapahtuu turvallisesti (kuva 3).

Ruuhkaliikenteessä ja erilaisten häiriöiden aikana (tietyöt, onnettomuudet) kaista- ja nopeusohjausta käytetään yleensä samanaikaisesti. Erikoistilanteissa kaistaohjauksella pyritään saamaan häiriöiden alentama kapasiteetti tehokkaampaan käyttöön. Samanaikaisen nopeusohjauksen tavoitteena on taata vakaa liikennevirta ja mahdollisimman suuri liikenteenvälityskyky ylläpitämällä tilanteeseen sopivaa nopeutta ja alentamalla nopeuksien hajontaa (kuva 4).

Ruuhkaliikenteessä ja erilaisten häiriöiden aikana (tietyöt, onnettomuudet) kaista- ja nopeusohjausta käytetään yleensä samanaikaisesti. Nopeusohjausta voidaan käyttää myös yksinään esimerkiksi huonon kelin aikana.

## 2.23 Reittiohjaus

Reittiohjauksen avulla pyritään ruuhkatilanteissa samaan koko tieverkon kapasiteetti tehokkaaseen käyttöön ja siten vähentämään ruuhkista johtuvia häiriöitä (kuva 5). Opastus voi tilanteen ja järjestelmän mukaan olla suositusluontoista tai pakko-ohjausta. Reittiohjaus voi toimia tehokkaasti vain, jos liikenneverkko mahdollistaa vaihtoehtoisten reittien käytön. Onnettomuus-tilanteissa moottoritien sulkeminen voi olla tarpeen vaihtoehtoisten reittien tasosta riippumatta.



Kuva 5. Reittiohjauksen periaate.

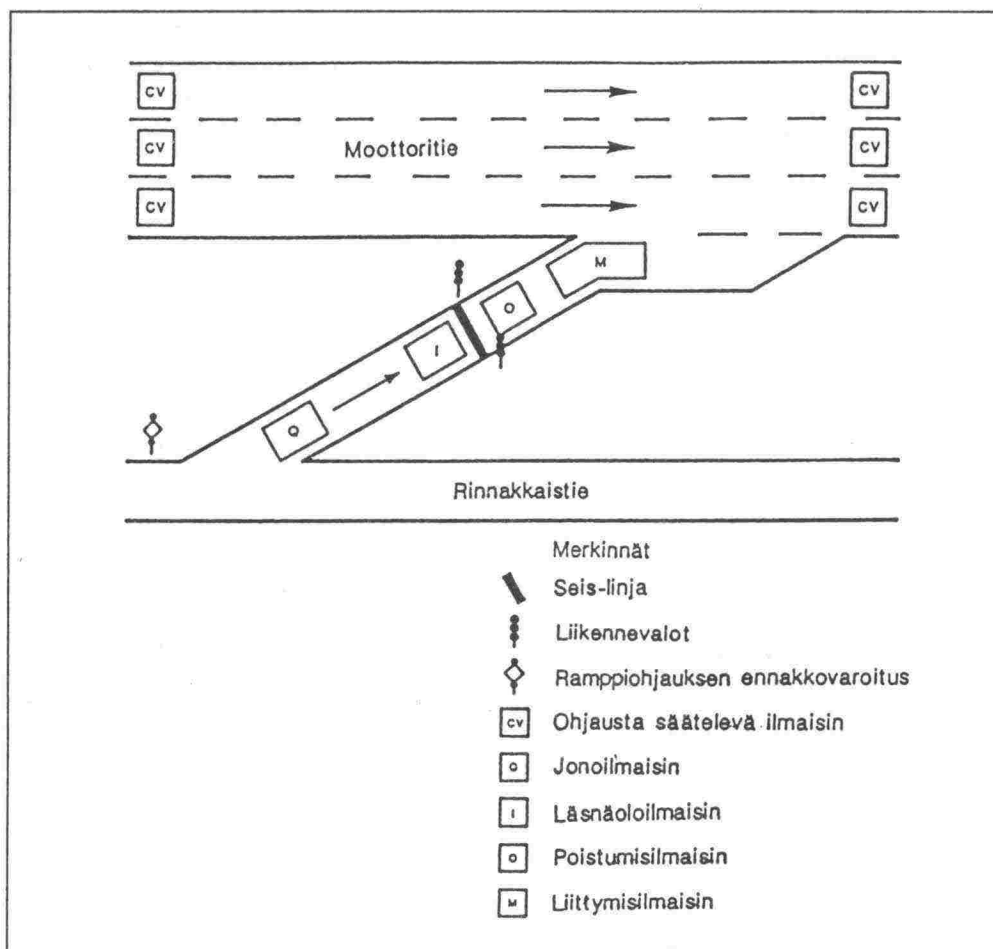


## 2.24 Ramppiliikenteen säännöstely

Ramppiohjauksen ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa moottoritielle tulevan liikenteen määrää niin, että tien kapasiteetti ei ylitä. Kapasiteetin ylittymistä voidaan tarkastella koko tiejakson tai ainoastaan kyseisen liittymän lähiympäristön osalta. Joissakin tapauksissa ramppiohjaus on rakennettu varmistamaan saapuvien ajoneuvojen liittymistapahtuman turvallisuus. Tässä ramppiohjauksella tarkoitetaan vain ramppiliikenteen säännöstelyä.

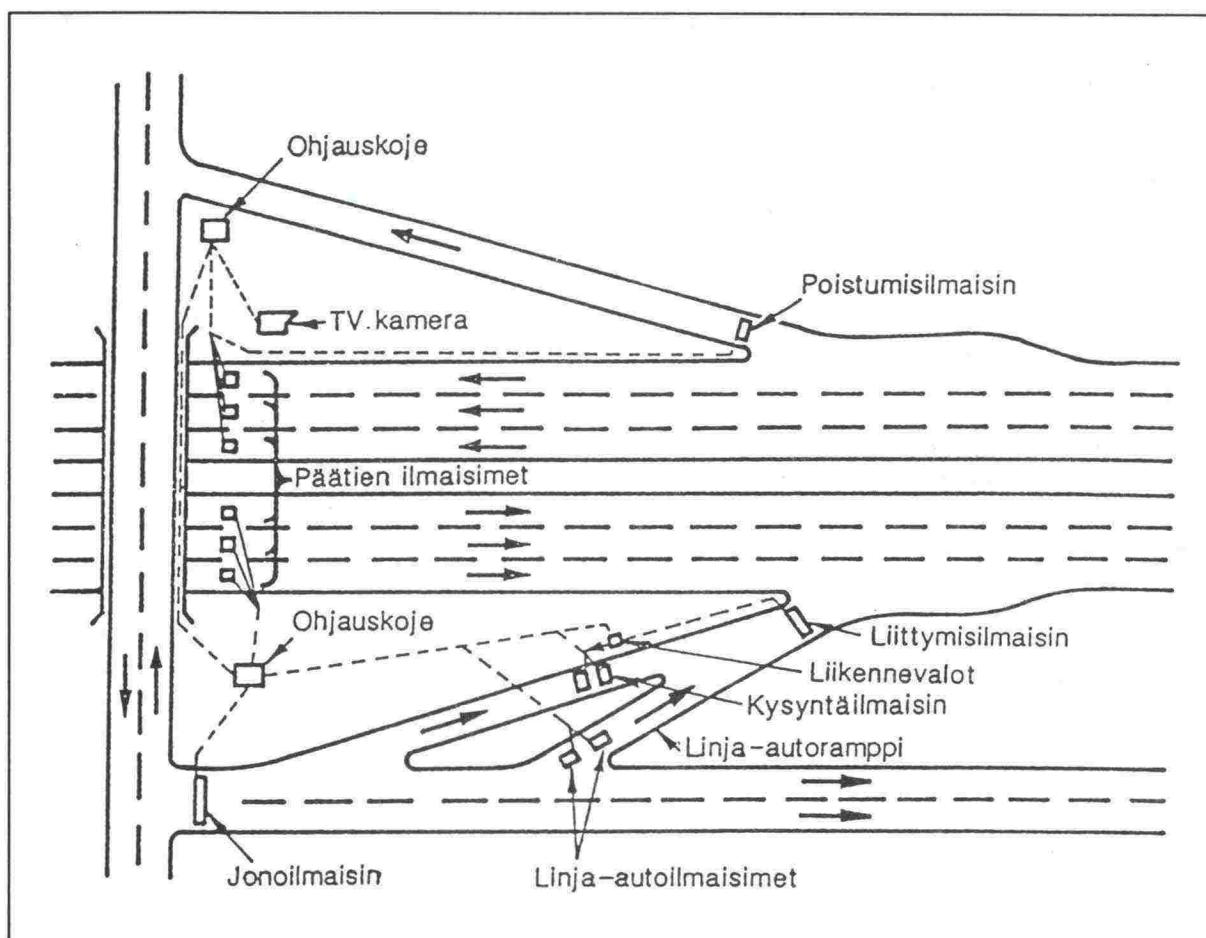
Koko moottoritietä koskevalla ramppiliikenteen säännöstelyllä taataan päätien liikenteen sujuvuus ja korkea palvelutaso. Tämä merkitsee tielle saapuville ajoneuvoille kasvavia viivytyksiä. Tutkimuksin ja teoreettisin tarkasteluin on kuitenkin voitu osoittaa, että koko järjestelmässä olevien ajoneuvojen matka-aikasumma pienenee säännöstelyn vaikutuksesta. Haittana on ruuhkan ja jonotuksen siirtyminen moottoritieltä rinnakkaistieverkkoon.

Paikallisen liikennetilanteen seurantaan perustuvassa ramppiliikenteen säännöstelyssä (kuva 6) estetään päätien liikenteen ruuhkautuminen tietyn liittymän lähialueella, mutta säännöstelystä huolimatta tielle voidaan päästää niin paljon liikennettä, että ruuhkautuminen jossakin seuraavassa liittymässä on mahdollista, jollei sen liikennettä myös säännöstellä.



Kuva 6. Ramppiliikenteen säännöstely liikennevaloin.

Joukkoliikenteen etuoikeudet sisältävä ramppiliiikenteen säännöstely liikennevaloin soveltuu hyvin toistuvien ruuhkatilanteiden (aamu- ja iltahuipputunnit) käsittelyyn. Järjestelmä ei kuitenkaan ilman liikennetilanteen mittausta voi sopeutua yllättäviin häiriötilanteisiin (kuva 7).



Kuva 7. Joukkoliikenteen etuoikeusjärjestelyt ramppiliiikenteen säännöstelyssä.

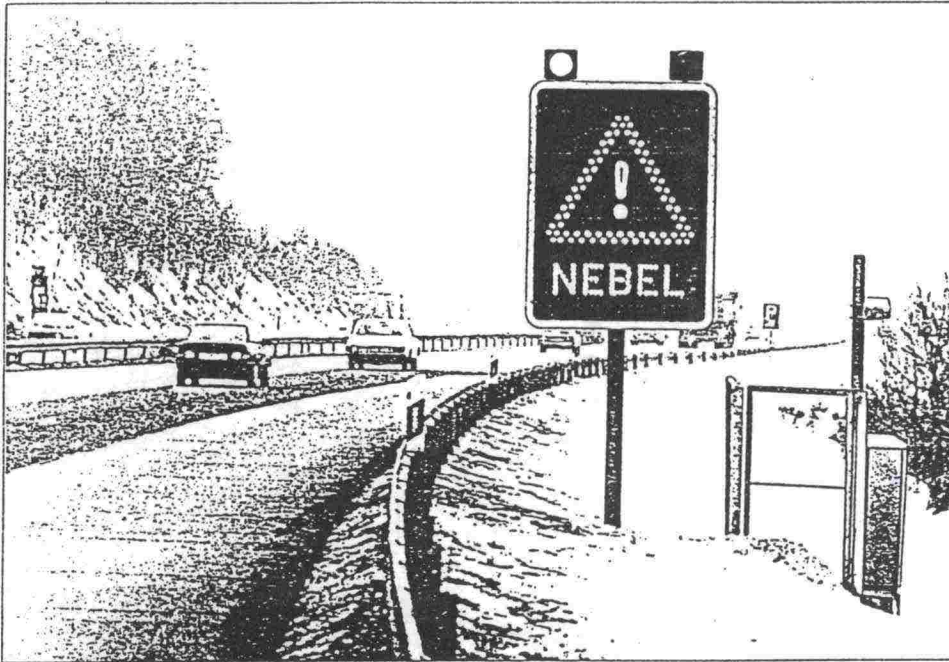
## 2.25 Korridoriohjaus

Korridoriohjauksella ymmärretään ohjausjärjestelmää, jonka avulla pyritään tietyn, pääosin samansuuntaisia liikenneväyliä käsittävän, liikenneverkon osan kaikkien väylien koordinoituun ohjaukseen. Mahdollisuus vaihtoehtoisten reittien käyttöön ja kattava reittiopastus ovat keskeisiä osia korridoriohjauksessa, mutta järjestelmä sisältää yleensä kaikki edellä mainitut komponentit.

## 2.26 Tiedotus- ja varoitusjärjestelmä

Tiedotus- ja varoitusjärjestelmien avulla annetaan tienkäyttäjille tarpeellista lisätietoa toteutettujen ohjaustoimenpiteiden, kuten kaista- ja nopeusohjauksen käyttöönoton syistä. Tyypillisiä tiedotettavia asioita ovat esimerkiksi liukkaasta kelistä tai sumusta (kuva 8) annettavat varoitukset ja reittiopastukseen liittyvät tiedot ruuhkista tai onnettomuuksista. Tiedotusten ja varoitusten avulla tienkäyttäjä motivoitetaan noudattamaan ohjausjärjestelmän antamia ohjeita.





Kuva 8. Paikallinen sumuvaroitusta moottoritiellä.

Tiedotusjärjestelmät muodostuvat tavallisesti muuttuvista opasteista ja liikenne-merkeistä. Tämän lisäksi voidaan käyttää esimerkiksi liikenne-radiota.

## 2.3 Ohjaukseen liittyvät tiedonkeräysjärjestelmät

### 2.3.1 Yleistä

Tiedonkeräysjärjestelmän tehtävänä on hankkia tietoa liikenne-, tie- ja sääolosuhteista. Tämä voi tapahtua kolmella tavalla:

1. Vastaanottimella, joka ottaa vastaan autoilijoiden lähettämiä viestejä.
2. Silminnäkijöiden havaintoihin perustuen. Havainnot voidaan suorittaa joko suoraan tiellä tai suljetun piirin TV-kamerajärjestelmän avulla ohjauskeskuksessa.
3. Ilmaisimien avulla.

Ohjausjärjestelmissä käytetään yleensä ilmaisimia. Niitä tarvitaan liikennevirran ominaisuuksien, tiellä olevien häiriöiden sekä sääolosuhteiden mittaamiseen.

Kerättyä tietoa käytetään ennen kaikkea järjestelmän välittömässä ohjauksessa, mutta sitä voidaan myös kerätä tiedostoon ja käyttää myöhemmin mm. ohjausjärjestelmän toiminnan arvioimiseen ja muuhun liikennesuunnitteluun.

Moottoritien liikenteenohjausta suunniteltaessa on muistettava että liikennetietoja tarvitaan paitsi itse moottoritieltä, myös rampeilta, risteäviltä teiltä ja rinnakkaisteiltä.

### 2.32 Liikennevirran ominaisuuksien mittaaminen

Liikenteen perusominaisuudet, kuten esimerkiksi nopeus, liikennemäärä ja liikennetiheys mitataan lähes aina automaattisesti ilmaisimien avulla. Yleisimmin käytettyjä ilmaisintyyppejä ovat induktiivisilmukka, ultraääni-ilmaisim, tutkailmaisim, magneettinen ilmaisim ja letkuilmaisim.

Induktiivisilmukka on selvästi yleisimmin käytetty ilmaisim. Tähän on mm. seuraavia syitä:

1. Ilmaisualuetta voidaan helposti säätää silmukan muotoa ja herkkyyttä muuttamalla.
2. Käyttämällä silmukakayhdistelmiä voidaan mitata monia ominaisuuksia, kuten nopeus, jononpituus ja ajoneuvon pituus.
3. Menetelmä on luotettava ja suhteellisen halpa.

Jos mittausjärjestelmän tavoitteena on liikennevirran häiriöiden havaitseminen, on silmukoita (silmukkapareja) sijoitettava tielle kaistoittain noin 500 metrin välein.

### 2.33 Poikkeustilanteiden havaitseminen

Monen automaattisen liikenteenohjausjärjestelmän tärkeimpiä tehtäviä on havaita tiellä olevia poikkeustilanteita ja vähentää niiden aiheuttamia haittoja. Nämä häiriöt voidaan havaita tarkkailemalla liikennevirran muutoksia. Tämä tapahtuu yleensä analysoimalla jatkuvasti mittausjärjestelmän tuottamaa tietoa.

Häiriöt voidaan kuitenkin havaita paljon nopeammin ja varmemmin, jos pystytään tien poikkileikkauksen sijasta tarkkailemaan liikennevirran tapahtumia suuremmalla tiealueella. Tällä alueella pyritään havaitsemaan normaalista liikennekäyttäytymisestä poikkeavaa liikettä. Tähän tarkoitukseen sopivista tekniikoista herättää eniten mielenkiintoa automaattinen kuvantulkinta.

Automaattisessa kuvantulkinnassa tiejaksoa valvotaan kameralla, joka tuottaa kuvia jatkuvasti tai tasaisin, lyhyin aikavälein. Tarkoitukseen voidaan käyttää tavallista mustavalkoista tai värillistä TV-kameraa tai infrapunakameraa. Infrapunakamera tuottaa tarkemman kuvan. Siihen eivät vaikuta varjot, pimeys eikä sumu. Infrapunalaitteiston kustannukset ovat kuitenkin noin kymmenkertaiset tavalliseen TV-laitteistoon verrattuna.

Menetelmässä kuvat digitalisoidaan. Mittausalueen kuvia vertaillaan pareittain. Kohde, joka liikkuu kuvassa tai poikkeaa lähdekuvasta, havaitaan. Laitteistoon kuuluvat kamera sekä prosessori, joka analysoi TV-signaalin. Normaalien liikennemäärän, nopeuden ja liikennetiheyden lisäksi voidaan mitata myös muita liikennevirran parametreja, kuten kiihtyvyys ja kaistanvaihdot. Olennaista on kuitenkin se, että yksittäistä ajoneuvoa pystytään seuraamaan mittausalueella ja mittaamaan sen sijainti ajan funktiona.

Automaattinen kuvantulkinta on vielä kokeiluasteella, mutta pitkällä tähtäyksellä sen voidaan odottaa kuuluvan osana tiejakson tai liittymäalueen liikenteenohjausjärjestelmään.



### 2.34 Sään ja kelin mittaaminen

Sääolosuhteiden havaitsemiseen on jo pitkään ollut käytettävissä laitteistoja. Liikenneturvallisuuden parantamiseksi tarkoitettuun paikalliseen sää- ja kelihavainnointiin on kehitetty laitteistoa vasta viimeisen kymmenen vuoden aikana. Laitteisto sinänsä ei ole juuri muuttunut, vaan tapa, jolla hankittua tietoa käsitellään.

Liikenneturvallisuuden kannalta kiinnostavimpia sääparametreja ovat:

- \* lämpötila
  - ilmassa
  - tienpinnassa
  - alapuolella
- \* ilmankosteus
- \* tuulen nopeus
- \* tuulen suunta
- \* sade
  - voimakkuus
  - lumi/vesi
- \* tienpinta
  - kuiva
  - märkä
  - jäinen
  - lumeninen
  - suolapitoisuus
- \* näkyvyys

Näiden mittaamiseen käytetään perinteisiä meteorologisia laitteita.

### 2.4 Ohjauksen vaikutukset liikenteeseen

Ohjauksella saavutettavat hyödyt liittyvät liikenteen nopeutumiseen, turvallisuuden parantamiseen ja erilaisten haitta- ja häiriövaikutusten vähenemiseen sekä tienpidon tehostumiseen. Laajoja koonaisvaltaisia hyötyjä koskevia selvityksiä on kuitenkin tehty varsin vähän. Yksi sellainen on **Hollannin moottoritieohjausjärjestelmän** arviointi, jonka tärkeimmät tulokset on esitetty seuraavassa.

Hollannin moottoritieohjausjärjestelmään kuuluu noin 100 km moottoritietä, joka varustettiin korkealuokkaisella automaattisella ohjausjärjestelmällä 1980-luvun alkupuolella. Vaikutustutkimuksessa oli mukana yli 50 km moottoritietä. Tutkimus käsitti järjestelmän luotettavuuden ja 1 käyttöfrekvenssin tarkastelun sekä liikenneturvallisuus- ja liikennevirta-analyysit. Sen lisäksi haastateltiin sekä tienkäyttäjää että tienpitäjää ja poliisia yleiskuvan saamiseksi järjestelmän toiminnasta.

Tutkimuksen mukaan järjestelmä osoittautui erittäin luotettavaksi. Se oli käytettävissä yli 99-prosenttisesti, ts. vain alle 1 prosentin tarkasteluajasta, joka oli 11 kk, järjestelmä oli vikojen vuoksi poissa käytöstä.

Järjestelmä oli käytössä (ts. jokin ohjaustoimenpide toteutettuna) noin 500 minuuttia (8 h) vuorokaudessa. Onnettomuuksien vuoksi käyttöä tarvittiin 231 minuuttia vuorokaudessa ja tietöiden vuoksi 256 minuuttia. Muista syistä käyttöä oli vain 13 minuuttia vuorokaudessa.

Liikenneturvallisuus parani huomattavasti järjestelmän vaikutuksesta. Eri tyyppisten onnettomuuksien väheneminen oli seuraava:

1.	onnettomuuksien kokonaismäärä	23,6 %
2.	toissijaiset onnettomuudet	46,2 %
3.	vakavat onnettomuudet	35,3 %
4.	henkilövahingot	21,1 %
5.	ajoneuvovauriot	28,1 %

Sään ja kelin vaikutusta ei voitu erikseen tutkia tarkastelujakson lyhyiden vuoksi. Yksityistapauksena mainitaan kuitenkin, että eräässä tietyssä vaikeassa sumutilanteessa ohjaamattomilla moottoriteillä tapahtui runsaasti onnettomuuksia, joista osa vakavia. Ohjausjärjestelmän alaisilla tieosuuksilla ei ko. tilanteessa tapahtunut yhtään onnettomuutta.

Liikennevirran ominaisuuksiin järjestelmä vaikutti myös selvästi. Jonojen päihin saapuvan liikenteen nopeudet alenivat asteittain ja tien koonaisliikennemäärä kohosi pääasiassa välityskyvyn käyttöasteen nousun vuoksi noin 4,5 %. Varsinainen välityskykyarvo kohosi vain vähän, 1-2 %, mutta häiriötilanteiden määrä aleni noin 50 %.

Tietyöalueiden ohitse ohjattu liikenne suoritti tarpeelliset kaistanvaihdot aikaisempaa joustavammin ja nopeudet työmaan kohdalla alenivat 20...30 km/h.

Tienkäyttäjien haastattelut osoittivat, että yli 90 % vastaajista piti järjestelmää hyvänä ja vain 4 % haitallisena. Kaistanvaihto-opasteita ilmoitti välittömästi seuraavansa 86 % vastaajista, mutta nopeusopastusta noudatti tarkasti vain kolmannes. Yleisin järjestelmää koskeva toivomus olikin, että nopeussuosituksiset olisivat korkeampia.

Tienpitäjät arvioivat järjestelmän hyödyt ruuhkien ja onnettomuustilanteiden hoitamisessa erittäin suuriksi. Tietoissa katsottiin saavutettavan huomattavia säästöjä (jopa 42 %) nimenomaan työmaan liikenteen ohjauksen järjestämisessä. Samalla liikennettä häiritsevän toiminnan kesto lyheni. Tehdyt kehitysehdotukset liittyivät lähinnä työmaaohjauksen parantamiseen.

Poliisi piti järjestelmän vaikutuksia myös erittäin positiivisina ja katsoi resurssiansa käytön tehostuvat ohjausjärjestelmän antaman ajantasaisen tiedon avulla.

Järjestelmän tuottama taloudellinen hyöty 100 moottoritiekilometriä kohti arvioitiin seuraavaksi:

1. matka-aikasäästöt f 10 milj.
2. onnettomuussäästöt f 4 milj.
3. kunnossapitosäästöt f 2 milj.

Asennuskustannukset on arvioitu f 73 miljoonaksi ja vuotuiset kehityskustannukset f 3,5 miljoonaksi. Jos aikakustannussäästöt otetaan mukaan laskelmiin, on järjestelmä selvästi kannattava. Jos aikakustannukset jätetään pois laskelmista, on sisäinen korko noin 5 % 20 vuoden laskenta-ajalla.



Hollannin järjestelmän ohella on järjestelmätason arviointi tehty myös New Yorkin osavaltion alueelle rakennetun **IMIS-reittiopastusjärjestelmän** eri vaihtoehtoista. Tämän 266 moottoritiekilometriä  $56 \times 8 \text{ km}^2$  suuruisella alueella kattavan järjestelmän hinta oli noin 25 miljoonaa USD ja hyötykustannussuhteeksi saatiin 1,9...2,4.

Hollannin ja New Yorkin järjestelmien ohella on seurantatutkimuksia tehty myös luonteeltaan paikallisista järjestelmistä. Saksan liittotasavallassa on tutkittu **Aichelbergin jonovaroitusjärjestelmän** kannattavuutta. Järjestelmä on käytössä tienkohdassa, jossa tien välityskyky ylittyy pitkän jyrkän nousun vaikutuksesta. Ohjattu tieosuus on noin 8 km pitkä.

Tehdyn seurannan mukaan liikenneonnettomuuksien määrä aleni noin kolmanneksella aikana, jona se muualla maassa kohosi keskimäärin 14 %. Järjestelmän rakennuskustannukset olivat noin DM 4,6 miljoonaa ja ylläpito-kustannukset viiden vuoden seuranta-aikana noin DM 1 miljoonaa. Onnettomuus- ja jonotuskustannusten arvioitiin alentuneen laskentatavasta riippuen DM 6,9...13,3 miljoonaa vastaavana aikana. Hyöty-kustannussuhteeksi saadaan siten 1,2...2,4. Laskelmissa ei ole otettu huomioon polttoainesäästöjä.

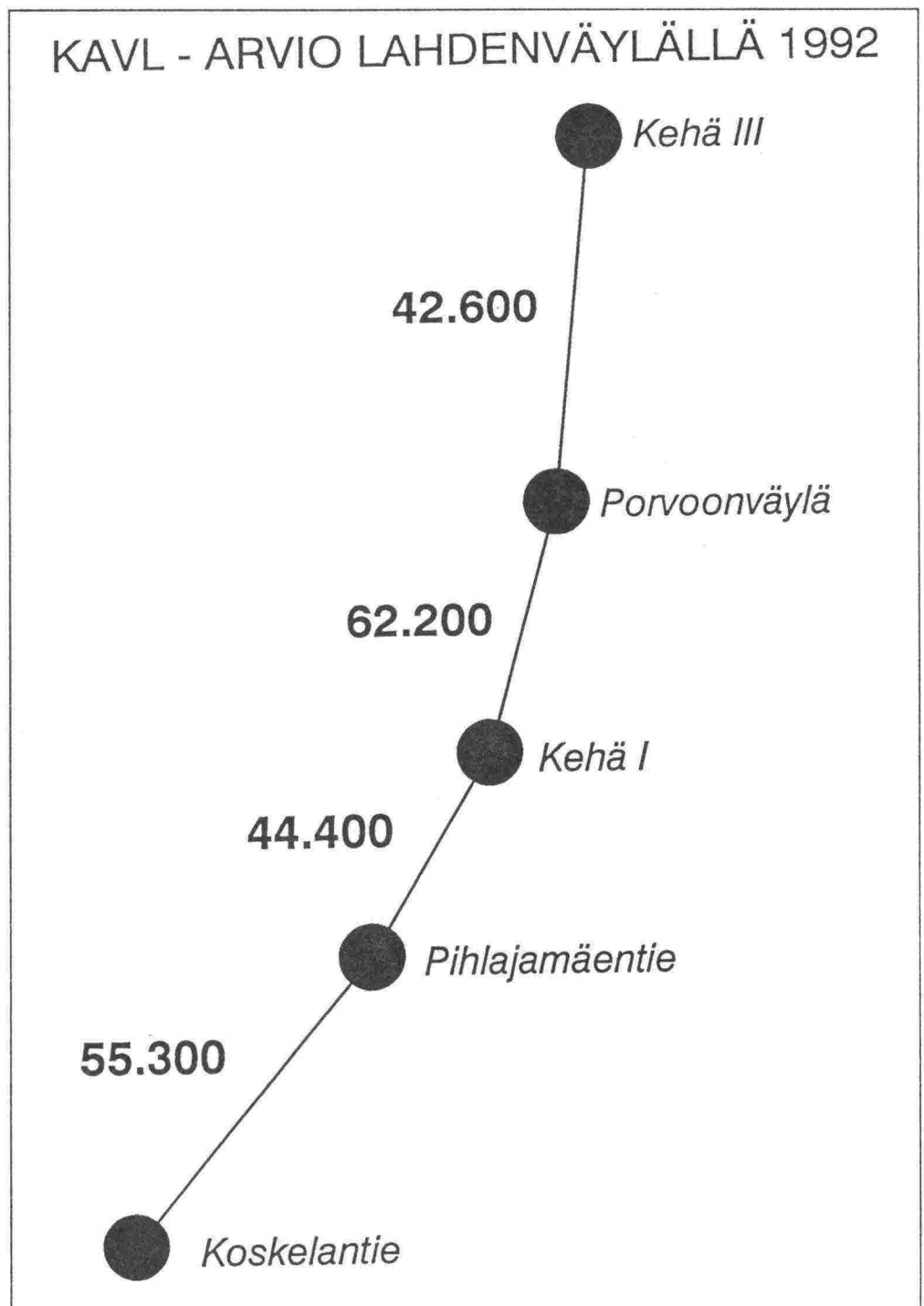
**Englannin ensimmäisen** yksittäiseen moottoriteliittymään asennetun **ramppi-ohjausjärjestelmän** todettiin seurantatutkimuksessa lisänneen tien kokonaisliikennemäärää ruuhka-aikana noin 3,2 % (170 ajoneuvoa/h). Tämä välityskyvyn käyttöasteen parannus lyhensi ruuhkan kestoa 20 minuuttia ja toi liikenteelle 67 000...110 000 punnan säästöt vuodessa. Järjestelmän asennuskustannukset olivat 255 000 puntaa ja vuotuiset käyttökustannukset 10 000 puntaa. Ensimmäisen vuoden tuottoaste on siten 20...40 %.

Saksan liittotasavallassa on arvioitu yksilölliseen ohjaustekniikkaan perustuvaan ohjausjärjestelmän kannattavuutta maan moottoritieverkossa. **Ns. ALI-järjestelmän** hyötykustannussuhteeksi saatiin noin 0,4 eli koko verkon varustaminen tällaisella tekniikalla ei kymmenkunta vuotta sitten tehdyn arvion mukaan olisi kannattavaa. Tietotekniikan nopea kehitys on kuitenkin jo voinut muuttaa arvion perusteita ja ainakin suurkaupunkien alueella LISB/AUTOGUIDE -tyyppisten järjestelmien uskotaan olevan kannattavia. Yksityiskohtaisia arvioita esimerkiksi Länsi-Berliinissä menossa olevista kokeista ei kuitenkaan toistaiseksi ole julkaistu.

### 3 Lahdenväylän liikennetilanne ja parantamissuunnitelmat

#### 3.1 Liikennemäärät

Lahdenväylällä Koskelantien ja Kehä III:n välillä vuorokausiliikenne on noin 43.000 ... 62.000 ajon/vrk. Kuvassa 9 on Helsingin kaupungin arvio keskimääräisestä arkivuorokausiliikenteestä.



Kuva 9 Helsingin kaupungin liikennemääräarvio Lahdenväylällä



Lahdenväylällä on Tielaitoksen LAM-piste Jakomäen kohdalla. Sen mukainen vuorokausiliikennevaihtelu syyskuulta 1992 on esitetty kuvassa 10. Vilkkain päivä oli perjantai, jolloin liikennemäärä oli 49.200 ajon/vrk, kun se muina arkipäivinä (maanantai-torstai) oli keskimäärin 44.700 ajon/vrk). Sunnuntai oli hieman lauantaita vilkkaampi.

Kuvassa 11 on esitetty Jakomäen LAM-pisteen tuntivaihtelukuvaaja kahdelta päivältä Helsingin suuntaan menevän liikenteen osalta. Huipputuntiliikenne klo 7.00...8.00 (LAM-järjestelmä tallentaa liikenteen tasatunnein) oli molempina päivinä (torstai ja perjantai) noin 3.700 ajon/h, eli noin 16 % kyseisen suunnan vuorokausiliikenteestä.

Kuvassa 12 on esitetty Jakomäen LAM-pisteen tuntivaihtelukuvaaja Lahden suuntaan menevän liikenteen osalta.

Vilkkainta liikenne on syyskuussa, 12 % keskimääräistä vilkkaampaa (kuva 13).

Helsingin kaupungin konelaskentapiste nro 610 on Lahdenväylällä Viikinmäen kohdalla (Pihlajamäentien ja Koskelantien välissä). Sen mittauksen mukaan huipputuntiliikenne Helsingin suuntaan toukokuussa 1992 arkipäivänä klo 7.15...8.15 oli noin 4.800 ajon/h, eli noin 17 % kyseisen suunnan vuorokausiliikenteestä.

YTV:n tekemien määräraippatutkimusten mukaan noin 40 % sekä Lahdenväylän että Porvoonväylän liikenteestä erkanee Kehä I:lle ja 60 % jatkaa Helsingin suuntaan.

Pasilanväylän yleissuunnitelmassa on Lahdenväylän liikenteeksi välillä Koskela-Kehä I vuodelle 2010 ennustettu 104.600 ajon/vrk, jos Pasilanväylä rakennetaan ja 77.900 ajon/vrk, jos Pasilanväylää ei rakenneta.

### 3.2 Nopeudet

YTV:n matka-aikatutkimuksen (1989) mukaan henkilöautoliikenteen matkanopeudet Lahdenväylällä ovat seuraavat:

#### aamuruuhka, keskustaan

Kehä III - Kehä I	n. 80 km/h
Kehä I - Pihlajamäentie	n. 90 km/h
Pihlajamäentie - Koskelantie	n. 25 km/h

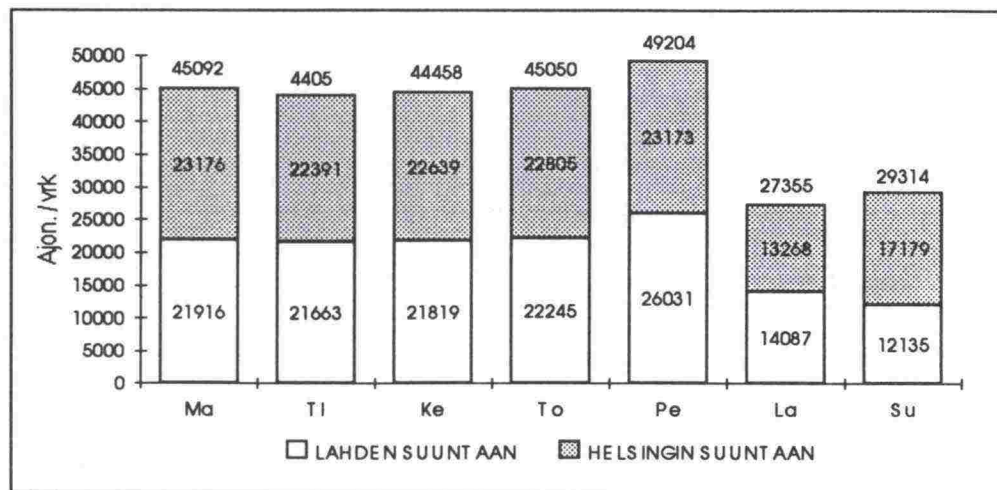
#### päiväliikenne, kumpikin suunta

Koskelantie - Kehä III	n. 100 km/h
------------------------	-------------

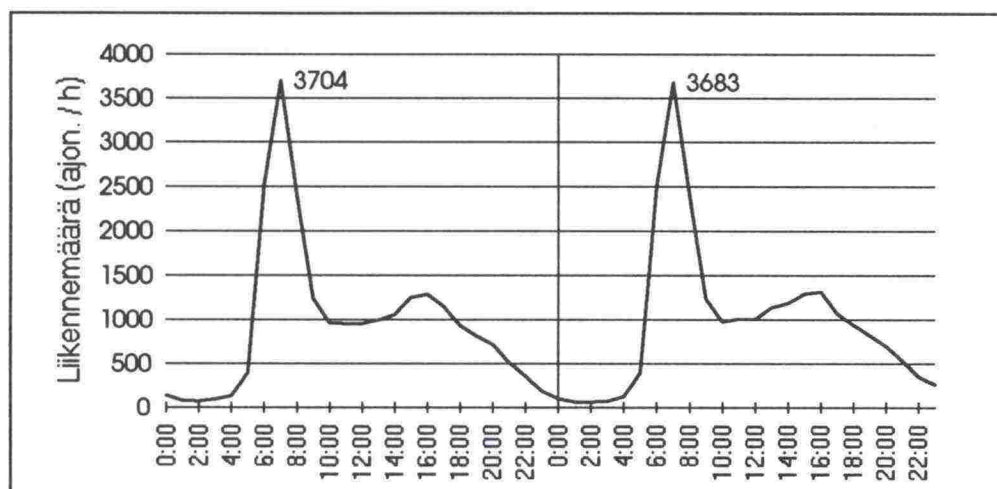
#### iltaruuhka, keskustasta

Koskelantie - Kehä III	n. 100 km/h
------------------------	-------------

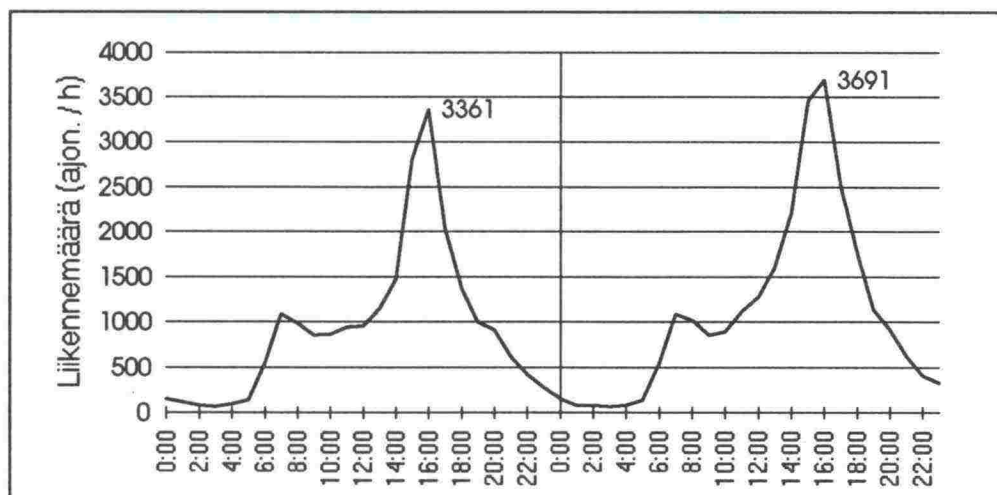
Jakomäen LAM-pisteen havaintojen mukaan keskinopeus keskustan suuntaan menevän liikenteen osalta on yleensä ruuhka-aikana noin 90 km/h, hiljaisena aikana noin 100 km/h ja muuna aikana noin 95 km/h. Kuvissa 14 ja 15 on tunneittain keskinopeudet kahden vuorokauden ajalta.



Kuva 10. Vuorokausiliikennevaihtelu (ma 31.8.92 - su 6.9.92)

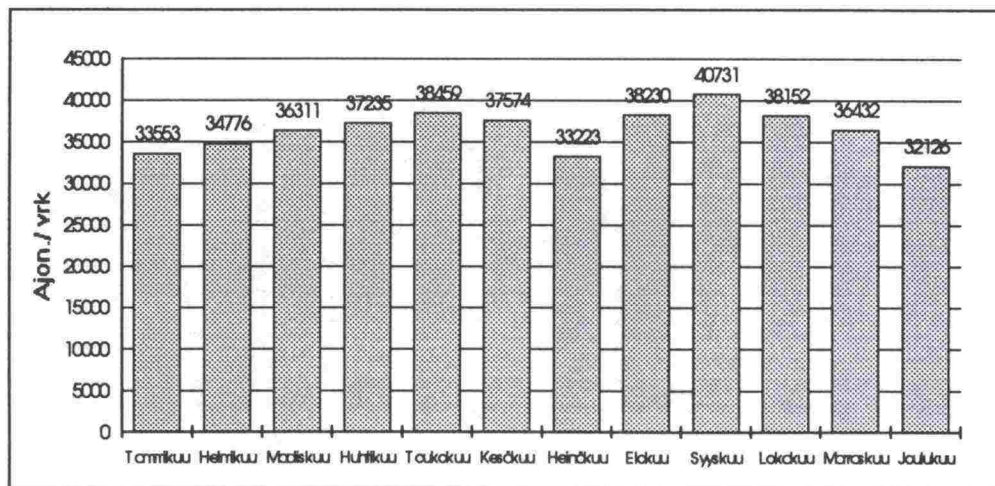


Kuva 11. Ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelu Helsingin suuntaan (to 3.9.92 - pe 4.9.92)

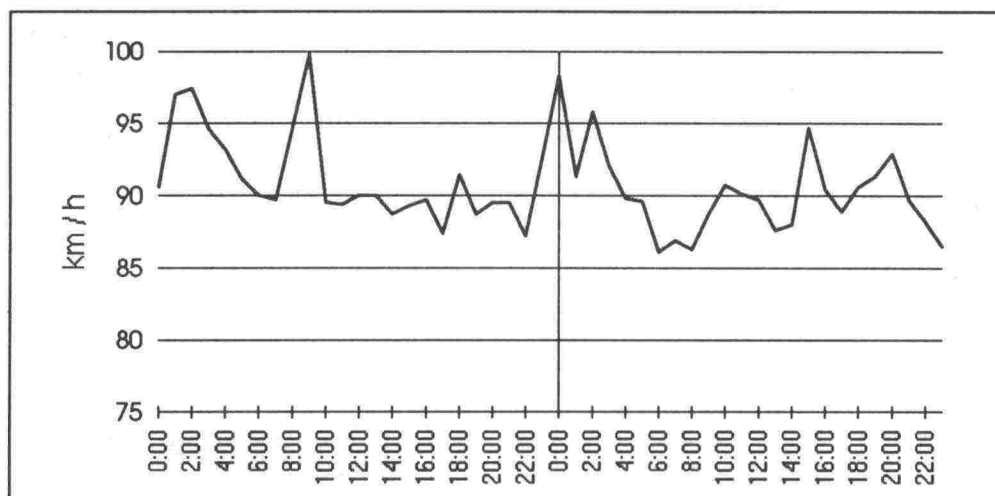


Kuva 12. Ajoneuvoliikenteen tuntivaihtelu Lahden suuntaan (to 3.9.92 - pe 4.9.92)

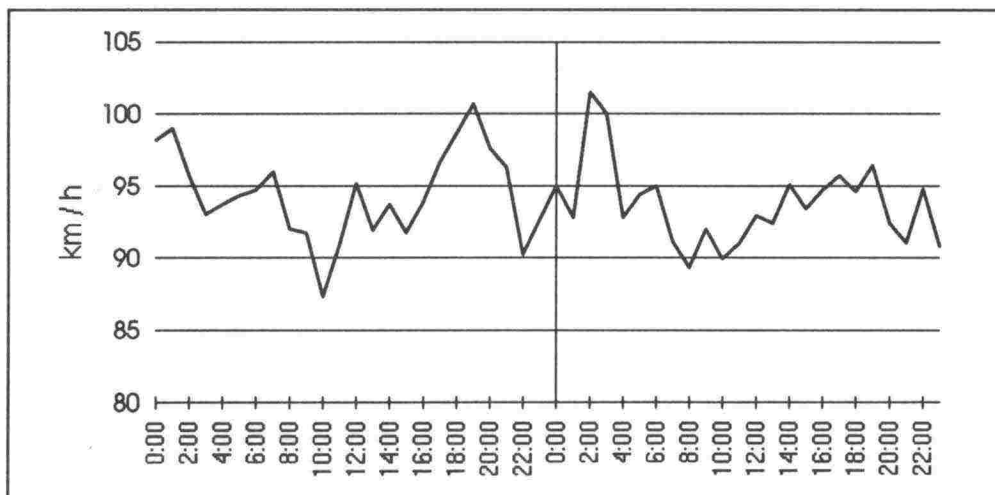




Kuva 13. Keskimääräinen vuorokausiliikenne kuukausittain 1992



Kuva 14. Ajoneuvojen keskinopeudet Helsingin suuntaan (to 3.9.92 - pe 4.9.92)



Kuva 15. Ajoneuvojen keskinopeudet Lahden suuntaan (to 3.9.92 - pe 4.9.92)

### 3.3 Liikennehäiriöt

Liikennehäiriöitä voivat aiheuttaa mm. suuret liikennemäärät, onnettomuudet, pysähtyneet ajoneuvot ja kunnossapitotyöt.

Maanantaina 2.11.1992 aamuruuhkassa noin klo 7.25 ajoneuvo moottorivian vuoksi pysähtyi Lahdenväylän Helsinkiin menevällä ajoradalla oikeanpuoleisella kaistalla välittömästi ennen Porvoonväylän liittyvää ramppia. Radio City tiedotti häiriöstä klo 7.37, poliisin hälytyskeskus sai häiriöstä tiedon klo 7.43, poliisipartio otti tehtävän vastaan klo 7.45 ja oli paikalla klo 7.48. Auto oli siirretty tien sivuun klo 8.04.

Kuvissa 7 ja 8 on esitetty pysähtyneen ajoneuvon vaikutus liikenteeseen noin 800 metriä ennen häiriökohtaa. Nopeudet laskivat noin 50 minuutiksi 20...40 km/h:iin. Tilanne alkoi palautua normaaliksi noin klo 8.30. Sekundääri-onnettomuuksia ei tiettävästi sattunut. Keskinopeus Helsinkiin johtavalla ajoradalla klo 7-8 oli noin 61 km/h ja klo 8-9 noin 67 km/h.

Nopeusmittausten perusteella voidaan esittää joitakin arvioita vakavien liikennehäiriöiden yleisyydestä Lahdenväylällä. LAM-järjestelmän tallentaa keräämänsä tiedot tunnin jaksoissa, joten sen avulla voidaan arvioida vain vakavia liikennehäiriöitä, jotka sattuvat mittauspisteen alavirrassa.

1.1.1990-2.12.1992 Helsinkiin johtavalla ajoradalla oli 696 sellaista tuntia, jolloin keskinopeus oli alle 85 km/h ja 277 sellaista tuntia, jolloin keskinopeus oli alle 80 km/h. Päiviä, jolloin keskinopeus jonakin tuntina oli alle 85 km/h, oli yhteensä 355, eli noin kahtena päivänä viikossa.

### 3.4 Liikenneturvallisuus

Tielaitoksen onnettomuusrekisterin mukaan suunnittelualueella tapahtui vuosina 1987-1991 aikana yhteensä 311 liikenneonnettomuutta (62 onnettomuutta/vuosi).

Onnettomuuskustannukset (vuoden 1992 onnettomuuksien yksikkökustannusten mukaan) olivat keskimäärin 19.2 Mmk/vuosi.

Liitteessä 1 on esitetty onnettomuuksien tapahtumapaikat piirin onnettomuus-pistekarttojen mukaan. Eniten onnettomuuksia tapahtuu Porvoonväylän ja Kehä I:n liittymäalueilla.

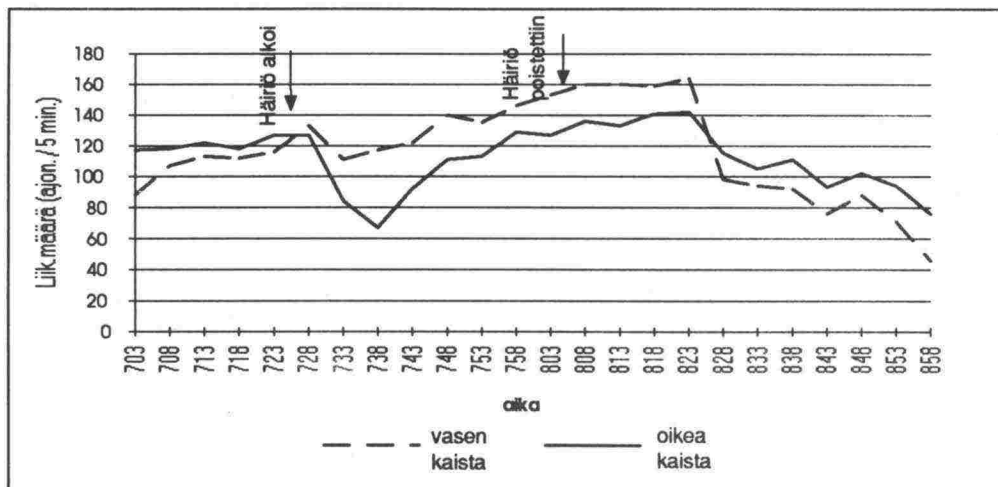
Onnettomuuksien kuukausijakauma on esitetty kuvassa 16. Eniten onnettomuuksia sattuu tammi- ja joulukuussa. Huhtikuussa on sattunut huomattavan vähän onnettomuuksia.

Onnettomuuksien viikonpäiväjakauma on esitetty kuvassa 17. Eniten onnettomuuksia sattuu maanantaisin ja perjantaisin.

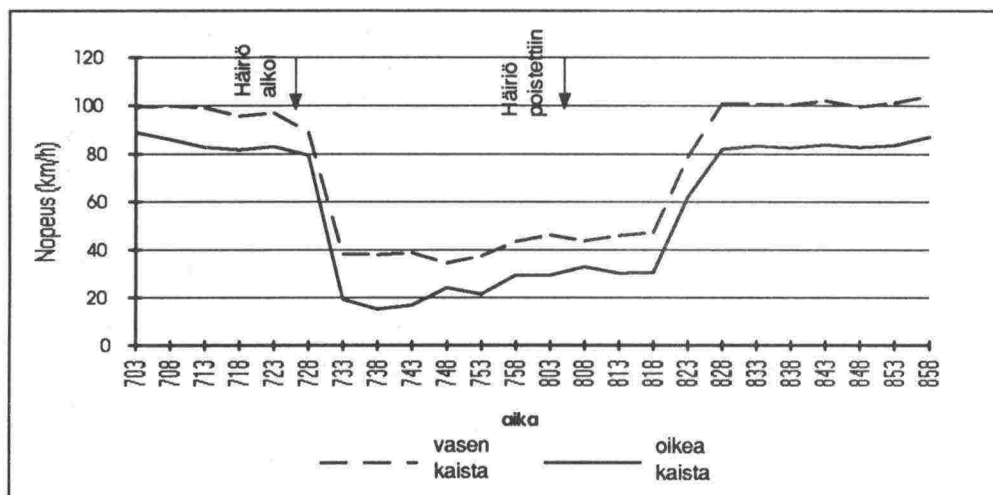
Onnettomuuksien päiväajakauma on esitetty kuvassa 18. Eniten onnettomuuksia sattuu klo 7.00-9.00.

Yleisimpiä onnettomuustyppejä ovat suistumis- ja peräänajo-onnettomuudet sekä kaistanvaihto-onnettomuudet (kuva 19).

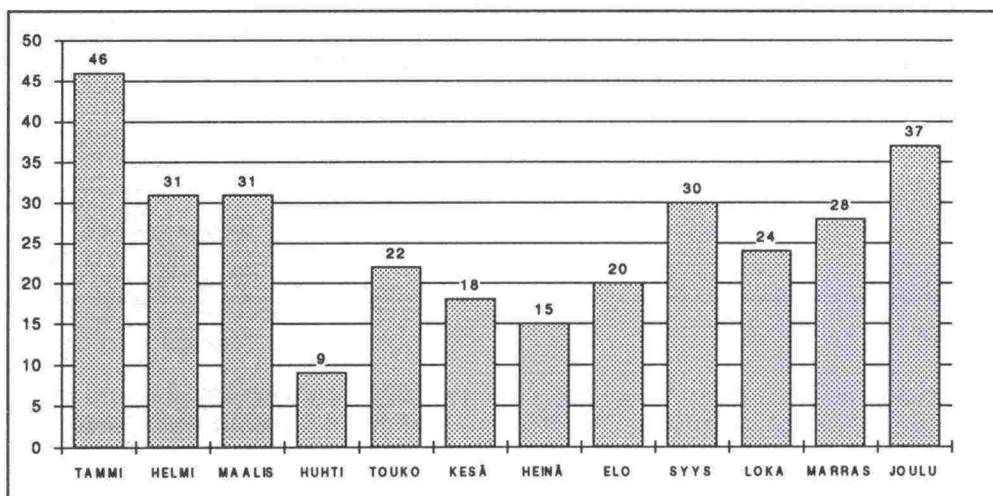




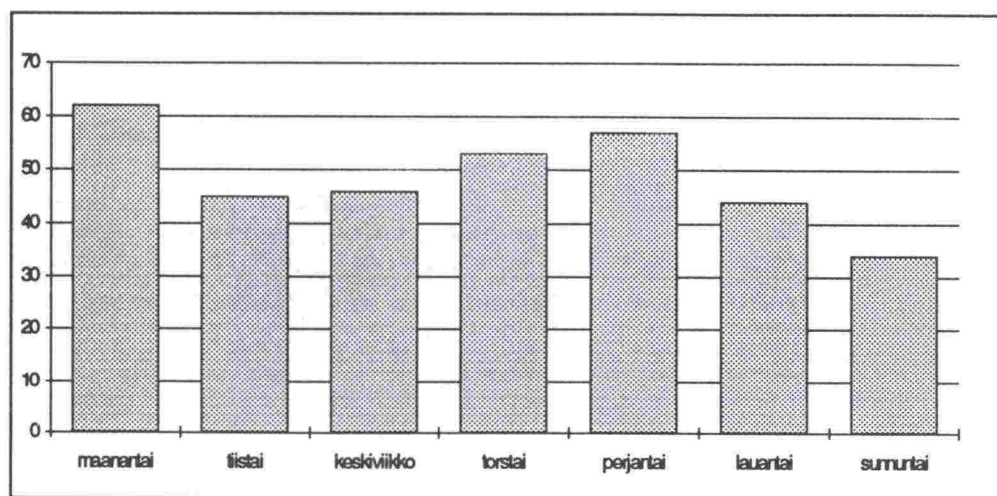
Kuva 16. Pysähtyneen ajoneuvon vaikutus liikennemääriin (ajorata 2 Helsinkiin)



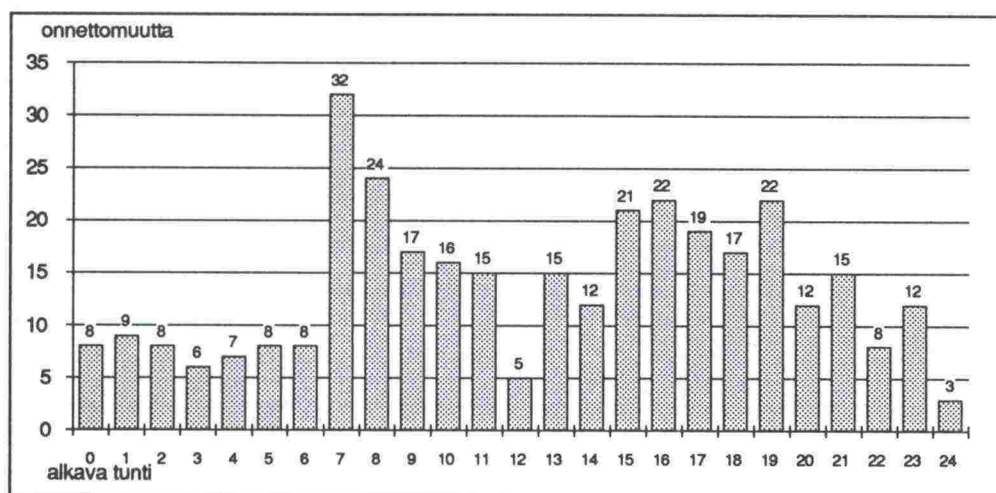
Kuva 17. Pysähtyneen ajoneuvon vaikutus liikenteen nopeuksiin (ajorata 2 Helsinkiin)



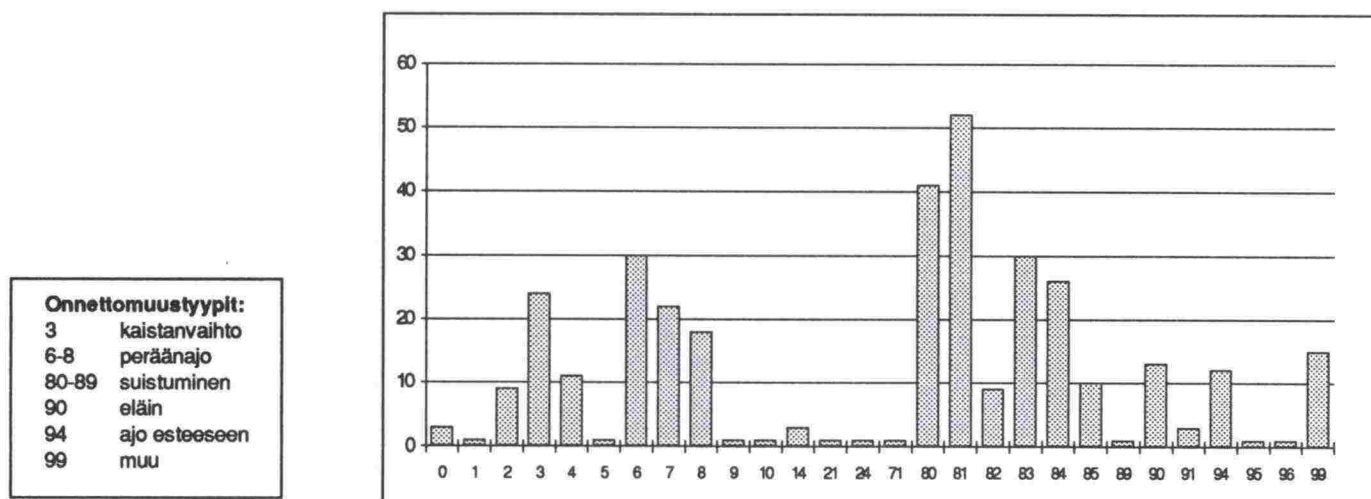
Kuva 18. Tarkastelualueen onnettomuuksien kuukausijakauma (vt 4 tieosat 2 ja 3, vt 7 tieosa 1)



Kuva 19. Onnettomuuksien viikonpäiväjakauma



Kuva 20. Onnettomuuksien tapahtumisaikajakauma tarkastelujaksolla



Kuva 21. Onnettomuuksien tyyppijakauma vt 4:llä ja vt 7:llä tarkastelujaksolla



Lahdenväylä on yksi Uudenmaan tiepiirin kasautumispisteistä yksittäis-, ohi-  
tus-, peräänajo- ja "muiden" onnettomuuksien osalta.

### **3.5 Parantamissuunnitelmat**

Koskelantien ja Tattariharjun eritasoliittymien ramppimuutoksista on tehty  
rakennussuunnitelma. Merkittävin muutos on se, että Porvoon suunnasta  
tuleva ajorata kavennetaan yksikaistaiseksi ennen Lahdenväylään liittymistä.  
Suunnitelma on tarkoitus toteuttaa vuonna 1993. Samassa yhteydessä  
uusitaan Lahdenväylän viitoitus välillä Kustaa Vaasantie - Tattariharjun eri-  
tasoliittymä.

Lahdenväylän valaistus välillä Koskela - Kehä III on tarkoitus uusida vuonna  
1994.

Merkittävimmin Lahdenväylän liikenteeseen voi vaikuttaa Pasilanväylän ra-  
kentaminen, mikä toistaiseksi on melko avoin kysymys.

## 4 Liikenteenohjauksen kehittäminen Lahdenväylällä

### 4.1 Ohjauksen tavoitteet

Liikenteen ohjaukselle Lahdenväylällä voidaan asettaa seuraavat tavoitteet:

1. liikenneturvallisuuden parantaminen
2. olemassaolevan väyläkapasiteetin käytön tehostaminen
3. viivytysten vähentäminen
4. tiedon hankinta moottoritien liikenteen ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista
5. tien kunnossapitotöiden helpottaminen
6. poliisin ohjaus- ja valvontatöiden helpottaminen
7. ympäristöhaittojen vähentäminen

Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen edellyttää seuraavia järjestelmän toimintoja:

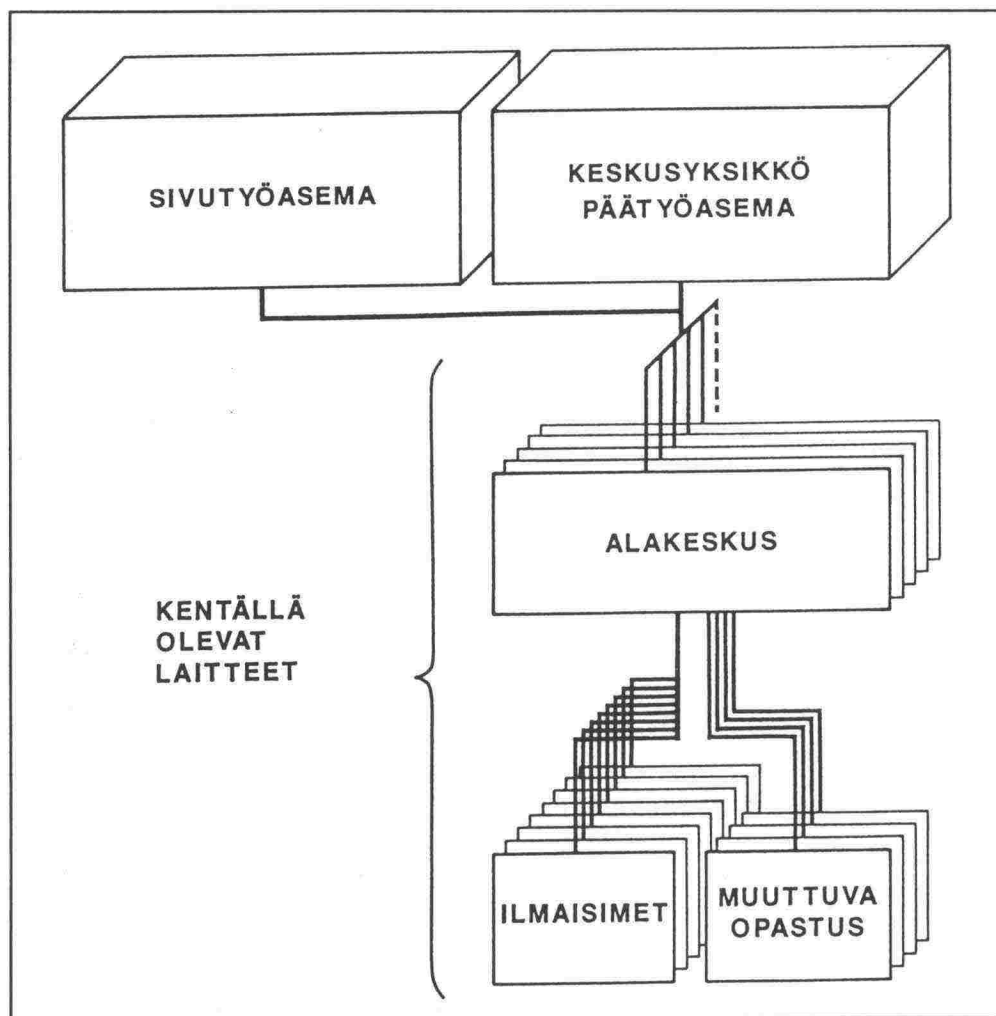
1. Oikea-aikainen vakavien liikennehäiriöiden havaitseminen ja siihen liittyvä lähestyvän liikenteen varoittaminen ja nopeuksien asteittainen alentaminen
2. Huonon sään ja kelin havaitseminen ja liikenneturvallisuuden parantaminen tilanteeseen sopivan nopeusrajoituksen tai -suosituksen avulla.
3. Suurten liikennemäärien havaitseminen ja liikennevirran tasoittaminen turvallisuuden ja välityskyvyn ylläpitämiseksi sopivan nopeusohjauksen avulla.
4. Mahdollisuus kaistan sulkemiseen tietöiden ajaksi yksinkertaisella ja nopealla tavalla ja liikenteen sujuvuuden ja tietyön turvaaminen sopivalla nopeusohjauksella.
5. Mahdollisuus onnettomuustilanteiden hoitamiseen nopeasti ja yksinkertaisesti.
6. Mahdollisuus yksityiskohtaisten vallitsevaa liikennetilannetta koskevien tietojen saantiin sekä tienpitäjän että poliisin tarpeisiin.
7. Mahdollisuus liikennettä koskevan perustiedon keräämiseen.

### 4.2 Ohjausjärjestelmän laitteistorakenne ja toiminta

Toimintavarmuuden parantamiseksi ja vaihteittain rakentamisen helpottamiseksi järjestelmän laitteistorakenteen tulisi olla modulaarinen ja ohjauksen ainakin osin hajautettua (kuva 22).

Järjestelmän toiminnan tulee olla automaattista, joskin toimintaa on oltava mahdollisuus ohjata myös manuaalisesti. Vallitsevaa liikennetilannetta seurataan tosiaikaisesti ja saatuja arvoja verrataan annettuihin raja-arvoihin. Liikennetiheyden (ajon/km) tai muun annetun kriteerin ylittäessä laskennallisen raja-arvon järjestelmä kytkeytyy toimintaan.





Kuva 22. Ohjausjärjestelmän järjestelmäkaavio

Järjestelmän eri laitteistot yhdistetään toisiinsa vuokratulla tai tätä varten rakennetulla puhelinkaapelilla. Yhteys valvonta- ja ohjauskeskukseen hoidetaan soitettavalla tai kiinteällä puhelinyhteydellä. Järjestelmän ohjaukseen on mahdollista käyttää myös lyhytaaltolähetintä.

### Liikenteen mittaust ja käsittely

Liikennetilanteen havaitsemiseen käytetään laskentalaitetta, joka induktiiv- tai vastavilla ilmaisimilla pystyy mittaamaan ajoneuvomääriä ja liikenteen nopeutta ajoneuvoluokittain annetussa aikayksikössä.

Korkealaatuisessa ohjausjärjestelmässä havaintopisteitä tulee olla noin 500 metrin välein. Yksinkertaisessa järjestelmässä käytetään yhtä havaintopistettä kullakin liittymävälillä. Kussakin havaintopisteessä mittaukset tehdään kullakin kaistalta.

Liikennetilannetiedot kaikilta ohjaukseen käytettäviltä havaintopisteiltä tulee olla tosiaikaisesti käytettävissä annetuin mittausjaksoin (esim. 1 min). Vertailuun tulee voida käyttää ajoneuvomääriä ajoneuvotyyppittäin sekä liikenteen nopeutta halutulla tavalla ryhmiteltynä.

Tiesääaseman antamia sää- ja kelitietoja käytetään hyväksi sopivan nopeusrajoituksen määrittämisessä.

Liikennetietojen käsittely voi tapahtua joko laskentalaitteilla tai erillisessä alakeskuksessa, joka on yhteydessä kaikkiin (tai useisiin) kentällä oleviin mittauslaitteisiin. Alakeskuksen tulee valvoa laskentalaitteiden toimintaa, varmistaa saamiensa tietojen oikeellisuus, käsitellä saamansa liikennetilannetiedot sekä suorittaa ohjelmoidut ohjaukset raja-arvojen niin vaatiessa. Alakeskus tulee olla liitettävissä järjestelmän valvonta- ja ohjauskeskukseen normaallilla puhelinliitännällä.

### **Tiedonsiirto**

Tiedonsiirto järjestelmän eri laitteiden välillä tapahtuu vähälankaisia yhteyksiä käyttäen, joko vuokratulla kiinteällä puhelinyhteydellä tai tarkoitusta varten rakennettavalla kaapelilla. Rakennettavat yhteydet tulee pyrkiä tekemään esim. valaistuksen uusimistöiden yhteydessä, mikä säästää kustannuksia.

### **Virransyöttö**

Syöttöjännite (220V) tarvitaan muuttuville liikennemerkeille, näitä ohjaaville laitteille sekä ilmaisimien yhteyteen sijoitettaville alakeskuksille.

### **Ohjelmistot**

Järjestelmän tulee käsittää liikennetietojen keräys- ja käsittelyohjelmat, opastuslaitteiden ohjausohjelmat sekä tarvittavan ohjelmiston eri laitteiden välistä kommunikointia ja tiedonsiirtoa varten.

Prosessin ohjaukseen perustuvan ohjelmiston tulee olla avoin ja helposti muutettavissa algoritmien ja vertailuarvojen osalta. Muutokset tulee olla mahdollista suorittaa kauko-ohjatusti ohjaus- ja valvontakeskuksesta.

### **Ohjaus- ja valvontalaitteisto**

Ohjaus- ja valvontalaitteina tulisi voida käyttää normaaleja kaupallisia PC-AT tasoisia tietokoneita, jotka ovat modemyhteydellä liitettävissä paikallislaitteisiin.

Järjestelmän seurantaan ja valvontaan käytettäviä työasemia tulee tarvittaessa olla lisättävissä. Laitteiston valinnassa on laajennettavuus ja yhteensopivuusnäkökohdat otettava huomioon.

Ohjaus- ja valvontalaitteistolla tulee olla samanaikaisesti seurattavissa liikennetilanteen vaihteluita graafisessa muodossa usealta laskentalaitteelta. Laitteiston tulee tallentaa kaikkien liikennetilanteen tarkkailuun käytettävien ilmaisimien tulostukset annetulta aikajaksolta.

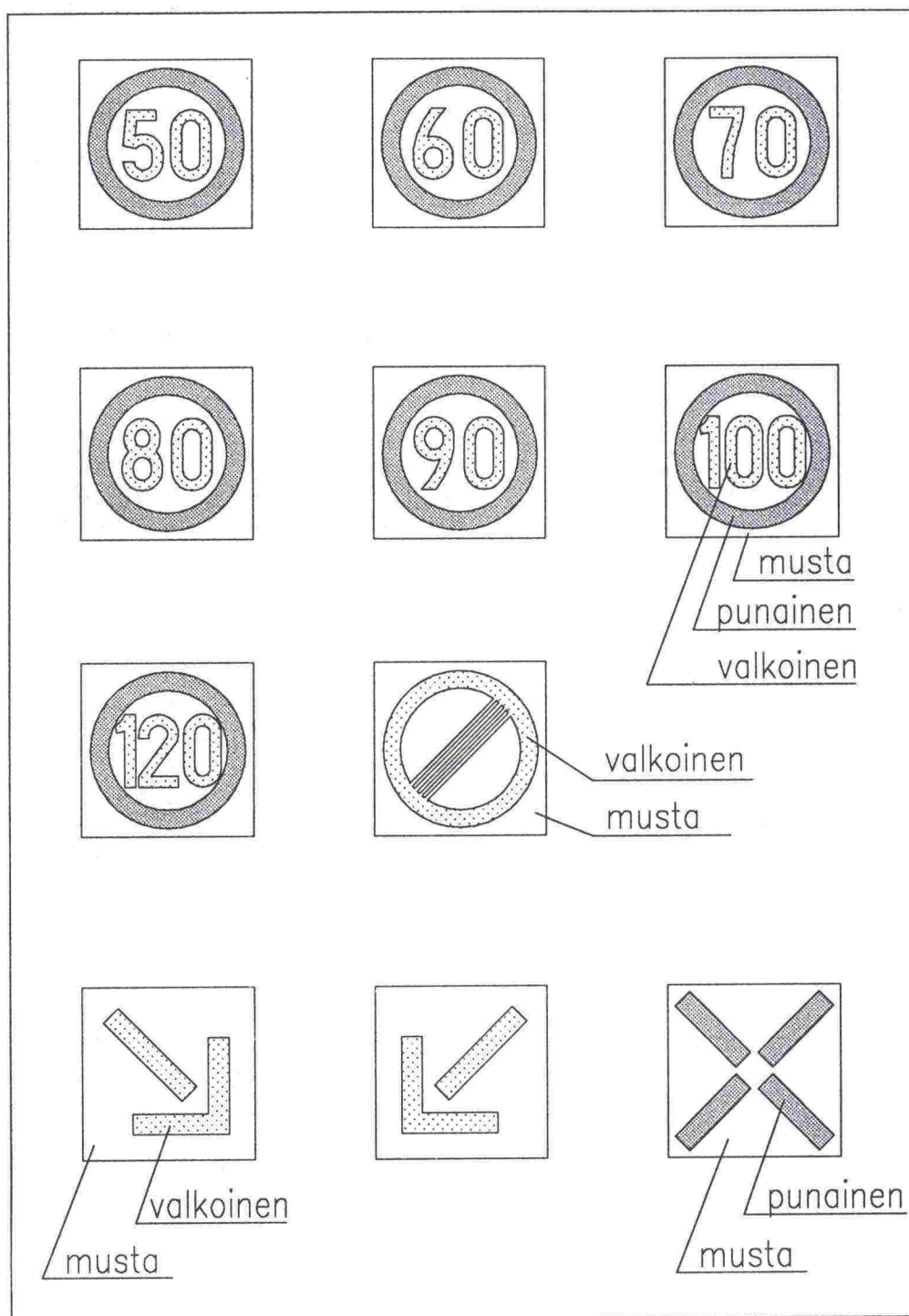
Laitteistolta tulee olla tulostettavissa kaikkien siihen liitettyjen laitteiden toiminnallinen tila sekä annetut opasteet ja ohjaukset. Opasteiden tila tulee olla manuaalisesti muutettavissa keskuslaitteelta. Kentällä olevien paikallislaitteiden päättelylogiikoiden kauko-ohjelmointiin tulee olla mahdollisuus.



### Opastus- ja informaatiolaitteet

Opastus- ja informaatiolaitteiden tehtävänä on tiedottaa autoilijalle voimassa oleva (muuttuva) nopeusrajoitus sekä määräyksiä kaistan sulkemisesta (kuva 23).

Opastus toteutetaan käyttämällä ajoradan sivussa tai yläpuolella (portaalissa) olevia muuttuvia opasteita.



Kuva 23. Muuttuvilla opasteilla annettavat ohjaukset

## Ohjauslaitteiden tekniset ratkaisut

Erityisesti kaistakohtaisten muuttuvien opasteiden tärkeänä vaatimuksena on erittäin hyvä havaittavuus. Tällöin kysymyksen tulevat lähinnä kuituoptiset merkit. Havaittavuutta voidaan parantaa merkkien ylänurkkiin sijoitettavilla vilkkuvaloilla.

**Kuituoptisia merkkejä** on käytetty paljon liikenteen ohjauksessa. Niiden etuna on erittäin hyvä näkyvyys huonoissakin näkyvyysolosuhteissa. Huonona puolena on se, että kukin viesti joudutaan rakentamaan merkkiin erikseen, mikä rajoittaa viestien määrää ja merkin joustavaa käyttöä.

**LED-merkkien** kehitys voi tehdä niistä piankin varteenotettavan vaihtoehdon kuituoptisille merkeille. Niiden hyvänä puolena on se, että ne ovat vapaasti ohjelmoitavissa näyttämään erilaisia viestejä. LED-merkkejä on liikenteen ohjauksessa käytetty ainakin toistaiseksi selvästi vähemmän kuin kuituoptisia merkkejä.

Merkkien teknistä toteutustapaa tarkennetaan jatkosuunnittelun aikana.

Taulujen ohjaukset tapahtuvat lähimmiltä laskentalaitteilta heikkovirtaohjauksina.

## 4.3 Järjestelmävaihtoehdot

Seuraavassa on esitetty kolme eri vaihtoehtoa muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän toteuttamiseksi. Haluttaessa vaihtoehdot voidaan nähdä myös toteuttamissvaiheina.

### Ve A Perusjärjestelmä

Perusjärjestelmässä liikennettä mitataan kullakin liittymävälillä yhdessä mittauspisteessä (kuva 24). Opastusta annetaan ajoradan viereen (kummallakin puolelle) sijoitetuilla vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä.

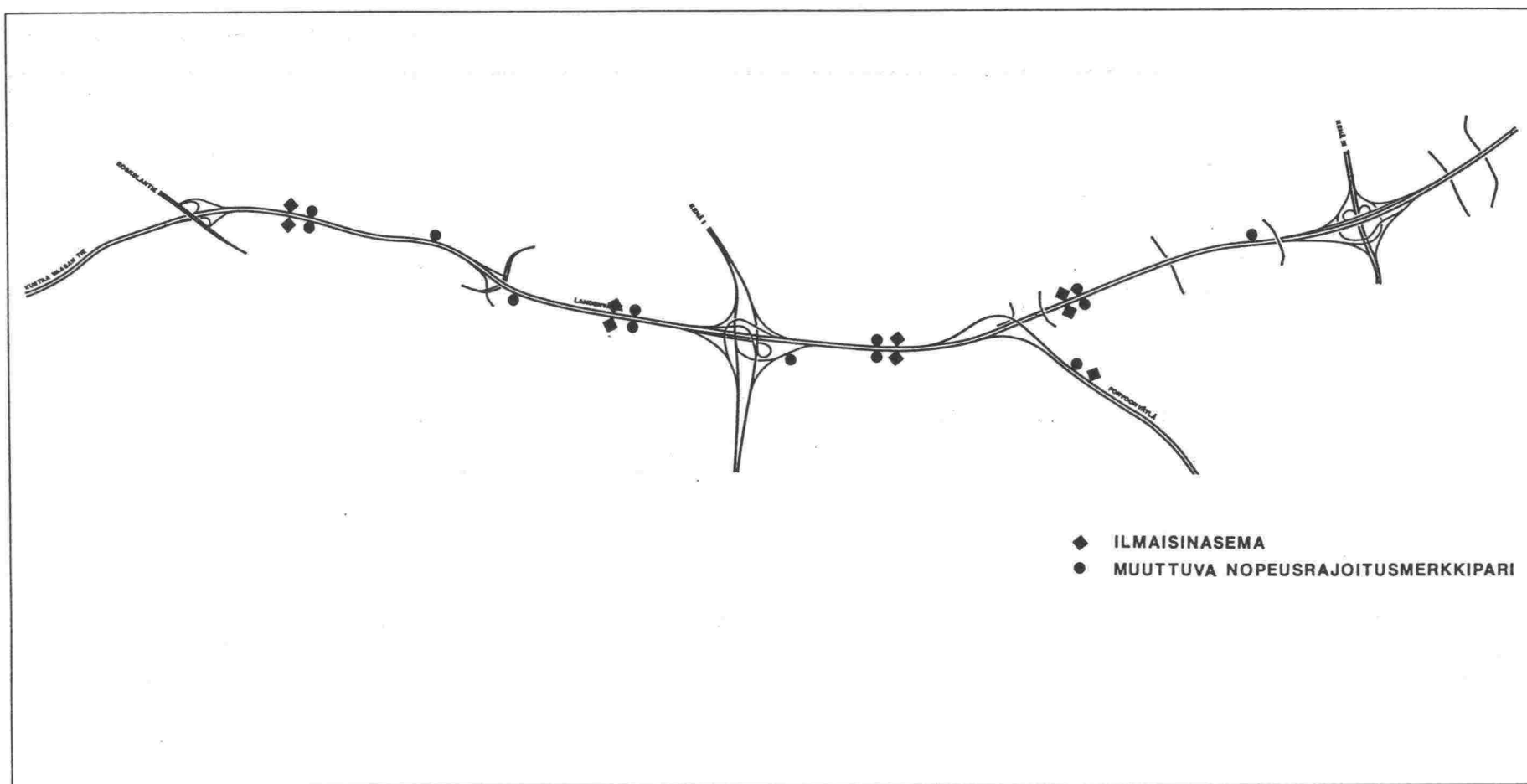
### Ve B Parannettu järjestelmä

Parannetussa järjestelmässä Kehä I:n ja Porvoonväylän välisellä sekoittumisalueella mittauspisteitä on 500 metrin välein. Tällä alueella opastusta annetaan ajoradan yläpuolisilla muuttuvilla opasteilla, joilla nopeusrajoitusten lisäksi voidaan sulkea ajokaistoja (kuva 25). Muualla suunnittelualueella järjestelmä on perusjärjestelmän mukainen.

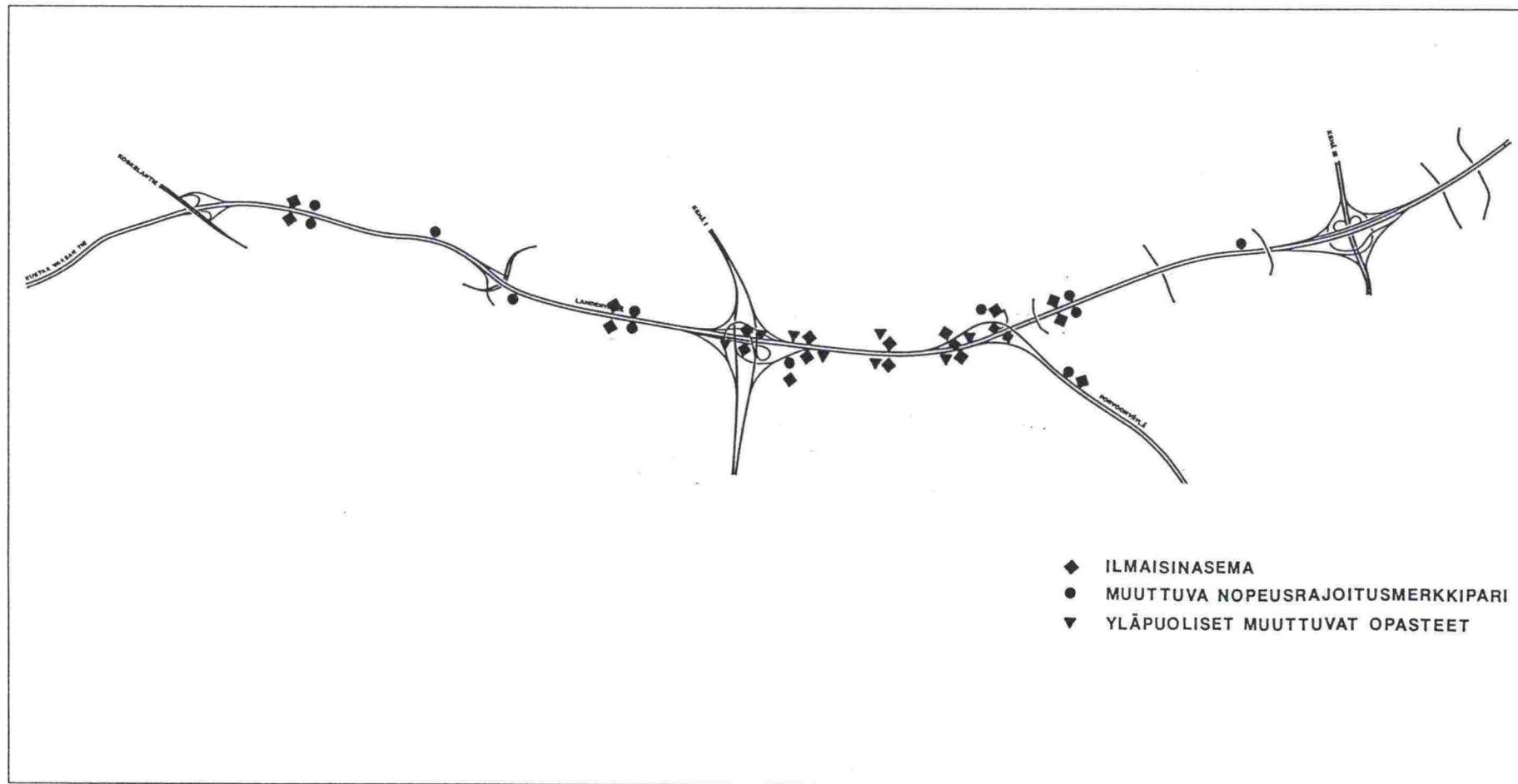
### Ve C Korkealaatuinen järjestelmä

Korkealaatuisessa järjestelmässä mittauspisteitä on 500 metrin välein. Opastusta annetaan 700 metrin välein sijoitetuilla yläpuolisilla muuttuvilla opasteilla (kuva 26). Kehä III:n liittymän eteläpuolelle (Helsingin suuntaan johtavalle ajoradalle) voidaan sijoittaa informaatiotaulu, jonka avulla voidaan tienkäyttäjälle tiedottaa tieverkolla olevista liikennehäiriöistä ja poikkeustilanteista.



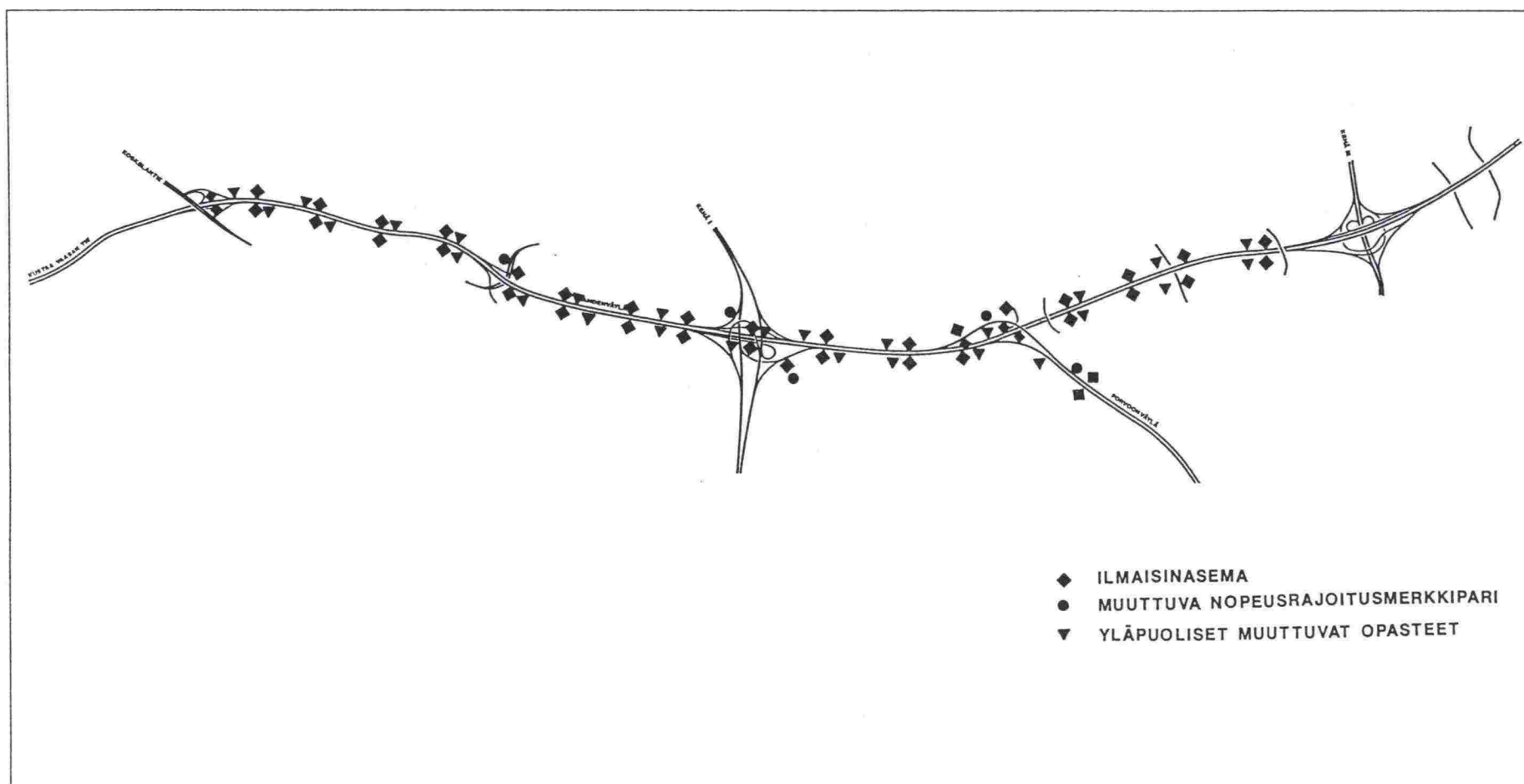


Kuva 24. Ve A, perusjärjestelmä



Kuva 25. Ve B, parannettu järjestelmä





Kuva 26. Ve C, korkealaatuinen järjestelmä

#### 4.4 Järjestelmävaihtoehtojen vaikutukset

Perusjärjestelmän toteuttamiskustannukset ovat pienimmät, mutta siinä ei saavuteta kaistakohtaisen ohjauksen hyötyjä. Toteuttamiskustannukset ovat arviolta seuraavat:

	Ve A	Ve B	Ve C
Liikennetietojen keräys ja käsittely	0,2 Mmk	0,3 Mmk	0,8 Mmk
Opastuslaitteet	1,4 Mmk	2,8 Mmk	5,6 Mmk
Ohjaus- ja valvontalaitteet	0,6 Mmk	0,7 Mmk	1,0 Mmk
Tiedonsiirto ja virransyöttö	0,7 Mmk	0,8 Mmk	1,0 Mmk
Yleiskustannukset, n. 20 %	0,6 Mmk	0,9 Mmk	1,7 Mmk
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>3,5 Mmk</b>	<b>5,5 Mmk</b>	<b>10,1 Mmk</b>

Käyttö- ja kunnossapitokustannuksissa ei eri vaihtoehtojen välillä ole merkittäviä eroja.

Seuraavassa taulukossa on arvioitu eri vaihtoehtojen vaikutuksia kohdassa 4.1 esitettyihin tavoitteisiin.

Tavoite	Ve A	Ve B	Ve C
Liikenneturvallisuuden parantaminen	+	++	+++
Ympäristöhaittojen vähentäminen	+	+	+
Olemassa olevan väyläkapasiteetin käytön tehostaminen	+	++	++
Viivytysten vähentäminen	+	+	++
Tien kunnossapitotöiden helpottaminen	o	++	+++
Poliisin ohjaus- ja valvontatöiden helpottaminen	o	o/+	+
Tiedon hankinta moottoritien liikenteen ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista	+	++	+++

- o = ei merkittävää vaikutusta
- +- = lievästi positiivinen vaikutus
- ++ = positiivinen vaikutus
- +++ = erittäin positiivinen vaikutus



## 5 I toteuttamisvaiheen yleissuunnitelma

Kohdassa 4. tehdyn tarkastelun pohjalta voidaan todeta, että vaihtoehto C:n (korkealaatuinen järjestelmä) vaikutukset on arvioitu selvästi parhaiksi. Sen arvioidaan parantavan turvallisuutta eniten, vähentävän viivytyksiä eniten, helpottavan kunnossapitotöitä eniten ja tarjoavan parhaat mahdollisuudet hankkia tietoa moottoritien liikenteen ominaisuuksista ja ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista. Siksi tässä kohdassa on päädytty tarkentamaan vaihtoehto C:n mukaista järjestelmää.

### 5.1 Järjestelmän kuvaus

Lahdenväylälle välille Koskelantie - Kehä III ja Porvoonväylän alkuun toteutetaan nopeus- ja kaistaohjausjärjestelmä, jonka avulla voidaan nopeusrajoitus vaihtaa liikenne- ja sää/kelitilanteen mukaan ja kaistoja sulkea esim. kunnossapitotöitä varten.

Liikennetilanteen havaitsemiseen käytetään induktiivi- tai vastaavia ilmaisimia noin 500 metrin välein kullakin kaistalla. Vallitsevaa liikennetilannetta seurataan tosiaikaisesti ja saatuja arvoja verrataan annettuihin raja-arvoihin. Liikennetiheyden (ajon/km), keskinopeuden (km/h) tai muun annetun kriteerin ylittäessä laskennallisen raja-arvon järjestelmä kytkeytyy toimintaan.

Ohjaus- ja valvontalaitteisto seuraa järjestelmän toimintaa. Tarvittaessa voidaan myös puuttua ohjaukseen, mutta normaalitilanteessa järjestelmä toimii täysin automaattisesti. Päätyöasema sijoitetaan myöhemmin määritettävään paikkaan, esim. tiepiirin tiloihin Pasilaan tai tiemestaripiirin tiloihin. Lisäksi voidaan toiminnan seuranta varten sijoittaa sivutyöasema tiloihin, jotka on suuren osan vuorokaudesta miehitetty. Järjestelmän valvonta voidaan toteuttaa myös siten, että vian sattuessa järjestelmä automaattisesti soittaa hälytyssoiton esim. päivystäjälle.

Opastus toteutetaan käyttämällä ajoradan yläpuolella (portaalissa) olevia muuttuvia opasteita, joilla voidaan näyttää eri nopeusrajoituksia sekä kaistan sulkemista osoittavaa punaista vinoristää ja kaistan vaihtoon kehoittavaa valkoista vinonuolta. Portaalit sijoitetaan noin 700 metrin välein (liite 2).

### 5.2 Järjestelmän vaikutukset

Liikenneonnettomuuksien arvellaan järjestelmän avulla vähenevän 15...30 %, eli noin 9...19 onnettomuutta vuodessa. **Onnettomuuskustannussäästöt** ovat tällöin vuoden 1992 onnettomuuksien yksikkökustannusten mukaan **2.9...5.7 Mmk vuodessa.**

Järjestelmän avulla voidaan parantaa tien kapasiteetin käyttösuhdetta. Aikasäästöjä voidaan saavuttaa erityisesti tilanteissa, joissa liikennemäärä on lähellä välityskykyä, aamuruuhkassa sekä tilapäisissä pullonkauloissa, esim. onnettomuuksien, pysähtyneiden ajoneuvojen ja tietöiden yhteydessä. Tien välityskyky "pullonkaulakohdissa" on 4...5 % normaalia suurempi. Toisaalta hiljaisena aikana voidaan harkita nopeusrajoituksen nostoa nykyisestä. Tämä on kuitenkin tehtävä harkitusti, etteivät onnettomuudet lisäännä. Hollannissa

vastaavien järjestelmien vaikutustutkimuksissa on **aikasäästöjen** todettu olevan samaa suuruusluokkaa kuin onnettomuussäästöjen, mikä tässä tapauksessa olisi siis **2.9...5.7 Mmk vuodessa**.

Kunnossapitotyöt helpottuvat, kun kaistojen sulkeminen käy helposti. Myös lumenpoisto voidaan tehdä kerralla koko poikkileikkauksen alalta ja takaa tulevaa liikenteen nopeutta voidaan hiljentää muuttuvan nopeusrajoituksen avulla.

Autoilijoiden voidaan olettaa suhtautuvan myönteisesti järjestelmään.

Merkittävänä hyötynä voidaan pitää sitä, että saadaan kokemusta korkeatasoisen väylän liikenteenhallintajärjestelmän käytöstä. Käyttökokemuksia on hyvä hankkia ennen kuin vastaava järjestelmä on otettava käyttöön todella vaativassa kohteessa, kuten Pasilanväylä.

### 5.3 Kustannukset

Järjestelmän toteuttamiskustannukset ovat arviolta seuraavat:

Liikennetietojen keräys ja käsittely	(42 mittauspistettä)	0,8 Mmk
Opastuslaitteet	(28 portaalia)	5,6 Mmk
Ohjaus- ja valvontalaitteet		1,0 Mmk
Tiedonsiirto ja virransyöttö		1,0 Mmk
Yleiskustannukset, n. 20 %		1,7 Mmk

### YHTEENSÄ

10,1 Mmk

Järjestelmää varten ei tarvita päätoimista käyttöhenkilökuntaa. Sisäänajovaiheessa (1...2 vuotta) on kuitenkin tarpeellista, että joku seuraa ja kehittää järjestelmän teknistä ja liikenteellistä toimintaa. Käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat arviolta ensimmäisen kahden vuoden aikana noin 400.000 mk vuodessa ja sen jälkeen 200.000...300.000 markkaa vuodessa.

Jatkosuunnittelun kustannukset ovat arviolta 400.000 mk.

## 6 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi

**Hanke on erittäin kannattava ja investoinnin takaisinmaksuaika on 1...2 vuotta.**

Ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin Lahdenväylän liikenteenohjausjärjestelmän toteuttamiseksi kohdissa 4. ja 5. esitetyn korkeatasoisen järjestelmävaihtoehdon mukaiseksi siten, että järjestelmän rakentaminen voidaan aloittaa kesällä 1994.

\* Tehdään tarvittavat päätökset jatkosuunnitteluun ryhtymisestä.

\* Aloitetaan järjestelmän hankintaan tähtäävä ohjaus- ja rakennussuunnittelu sekä neuvottelut järjestelmän käytön ja kunnossapidon osalta.